



**Luís Cláudio Kanje**

Licenciado em Ciências de Engenharia Civil

## **Aplicação da Metodologia ProNIC na Construção de Infraestruturas Ferroviárias**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Engenharia Civil-Especialização em Estruturas

Orientadora: Doutora Paula Couto, LNEC  
Coorientadora: Doutora Simona Fontul, FCT-UNL

Júri:

Presidente: Prof. Doutor José Nuno Varandas da Silva Ferreira  
Arguente: Prof. Doutora Zuzana Dimitrovová  
Vogal: Prof. Doutora Simona Fontul



**Aplicação da Metodologia ProNIC na Construção de Infraestruturas Ferroviárias**  
**Luís Kanje**

**2016**



**Luís Cláudio Kanje**

Licenciado em Ciências de Engenharia Civil

## **Aplicação da Metodologia ProNIC na Construção de Infraestruturas Ferroviárias**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Engenharia Civil-Especialização em Estruturas

Orientadora: Doutora Paula Couto, LNEC  
Coorientadora: Doutora Simona Fontul, FCT-UNL

Júri:

Presidente: Prof. Doutor José Nuno Varandas da Silva Ferreira  
Arguente: Prof. Doutora Zuzana Dimitrovová  
Vogal: Prof. Doutora Simona Fontul



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

**Setembro 2016**



Aplicação da Metodologia ProNIC na Construção de Infraestruturas Ferroviárias

Copyright © Luís Cláudio Kanje, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.



## Agradecimentos

Realizar esta tese acabou por se revelar um enorme prazer e, por isso mesmo, gostaria de agradecer a todos os que, de alguma forma, contribuíram para que isso fosse possível, em particular:

À direção do LNEC, pela excelente oportunidade da realização de estágio curricular na instituição e pelos meios colocados à disposição.

Às minhas orientadoras, Doutora Paula Couto e Professora Simona Fontul, pela orientação e interesse demonstrado ao longo da concretização do trabalho, pela leitura crítica, pelas valiosas sugestões e pela disponibilidade sempre demonstrada. Os seus contributos conduziram esta tese de uma forma muito construtiva e foram fundamentais para a sua elaboração.

À Doutora Maria João Falcão, pela total disponibilidade, leitura crítica e valiosas sugestões que permitiram um enriquecimento do trabalho.

Aos meus pais e irmã, porque sem eles, não teria sido possível chegar até aqui. Agradeço, pelo apoio incondicional, pelas palavras de motivação, pelo otimismo e principalmente por serem uma inspiração, apesar da distância.

Aos meus tios e primos, por terem estado sempre presentes e por me fazerem sentir em casa.

À minha namorada pelo apoio, amizade e companheirismo demonstrado ao longo desta jornada.

A todos os meus amigos e colegas que me acompanharam ao longo do curso, agradeço o seu companheirismo e todos os bons momentos que passamos juntos.





## Resumo

ProNIC designa “Protocolo para a Normalização da Informação Técnica na Construção” e refere-se a um projeto de investigação cujo principal objetivo é desenvolver um conjunto sistematizado e integrado de conteúdos técnicos credíveis, suportados por uma ferramenta informática moderna, com intuito de constituir um referencial para todo o sector da construção portuguesa. O presente estudo teve como objetivo expandir a aplicabilidade do ProNIC para a área de construção de infraestruturas ferroviárias, sendo este já implementado nas obras de edifícios (obra nova e reabilitação) e parcialmente nas obras rodoviárias. O trabalho desenvolvido consistiu na elaboração de um conjunto sistematizado e integrado de conteúdos técnicos de referência e de utilização generalizada para empreendimentos ferroviários, com o intuito de generalizar a implementação da metodologia ProNIC ao nível da Construção das Infraestruturas Ferroviárias.

Com base na análise de diferentes projetos reais foi criada uma estrutura de desagregação de trabalhos (WBS) normalizada para obras ferroviárias e também foram criadas três Fichas de Execução de Trabalhos (FET), duas Fichas de Materiais (FMAT), descrições de trabalhos e respetivos parâmetros, seguindo os requisitos preconizados no ProNIC, para trabalhos específicos, com o intuito de os inserir na aplicação o que permite a sua atualização e generalização a outros tipos de obras para além das já disponíveis. Assim ficou completa a caracterização da construção da infraestrutura ferroviária no ProNIC.

Toda a documentação produzida neste estudo foi implementada no ProNIC e recorreu-se a um caso de estudo, mais concretamente a empreitada da Variante de Alcácer, para conceptualização da proposta da WBS e dos conteúdos técnicos criados.

Os conteúdos desenvolvidos proporcionam a criação de elementos padrão capazes de serem adaptados a qualquer caso de obra ferroviária, tendo por base Normas Portuguesas e Europeias e enquadramentos legais em vigor. Desta forma, foi criado um referencial nacional, para integração numa aplicação, que está agregado a todo o tipo de obra pública.

Palavras-chave: ProNIC, Infraestruturas Ferroviárias, WBS, Mapas de Quantidades de Trabalho.



## **Abstract**

ProNIC designates “Protocolo para a Normalização da Informação Técnica na Construção” and refers to a research project whose main objective is to develop a systematic and integrated set of credible technical contents, supported by a modern computer tool, in order to provide a benchmark for the entire Portuguese construction sector. The present study aimed to expand the applicability of ProNIC to the area of railway infrastructure construction. ProNIC is already implemented for buildings works (new construction and rehabilitation) and partially for road infrastructures. This study developed a systematic and integrated set of technical reference contents and widespread the use for railway works, in order to generalize the implementation of ProNIC methodology for Railway Infrastructures Construction.

Based on the analysis of different real projects, it was created a normalized work breakdown structure (WBS) for railway works and were also created three Work Execution Sheets, two Materials Sheets, work descriptions and respective parameters, following the requirements recommended in ProNIC for specific works, in order to insert into the application which allows it updating and generalization to other types of works in addition to the already available. Thus, this work completed the characterization of railway infrastructure construction into ProNIC.

All documentation produced in this study was implemented in ProNIC and applied to a case study, more specifically the contract of Alcácer Bypass, to conceptualize the WBS proposed and the created technical contents.

The developed contents, provided the conception of standard elements capable of being adapted to any case of railway works, based on the Portuguese and European legal standards and frameworks. In this way, was created a national referential, for integration in an application which is added to all kinds of public works.

**Keywords:** ProNIC, Railway Infrastructures, WBS, Bill of Quantities



## Índice

Agradecimentos.....	vii
Resumo.....	ix
Abstract.....	xi
<b>1 Introdução .....</b>	<b>1</b>
1.1 Enquadramento .....	1
1.2 Objetivos e Metodologia de Investigação Proposta.....	2
1.3 Estrutura organizativa da dissertação .....	3
<b>2 Infraestruturas Ferroviárias .....</b>	<b>5</b>
2.1 Considerações Iniciais.....	5
2.2 Constituição da Via-férrea .....	5
2.2.1 Superestrutura .....	6
2.2.2 Infraestrutura .....	10
2.3 Blocos Técnicos.....	13
2.4 Regulamentação e Documentação Normativa .....	16
2.5 Considerações Finais.....	17
<b>3 ProNIC.....</b>	<b>19</b>
3.1 Considerações Iniciais.....	19
3.2 Estado Atual do Setor da Construção .....	19
3.3 ProNIC .....	22
3.3.1 Conteúdos Técnicos e Funcionalidades .....	23
3.4 Considerações Finais.....	31
<b>4 Aplicação da Metodologia ProNIC a Infraestrutura Ferroviária.....</b>	<b>33</b>
4.1 Considerações Iniciais.....	33
4.2 Estrutura de Desagregação de Trabalhos (WBS) .....	33
4.3 Artigos .....	37
4.4 Fichas de Execução de Trabalhos (FET) e Fichas de Materiais (FMAT).....	39
4.5 Considerações Finais.....	41
<b>5 Caso de Estudo de uma construção de uma via ferroviária balastrada .....</b>	<b>43</b>
5.1 Considerações Iniciais.....	43
5.2 Apresentação Caso de Estudo .....	43
5.2.1 Considerações e Abrangência da Proposta .....	44
5.3 Modelos de Organização.....	48
5.3.1 Unidades de Construção.....	48
5.3.2 Especialidades .....	49
5.4 Considerações Finais.....	50
<b>6 Conclusões e Desenvolvimentos Futuros .....</b>	<b>51</b>
6.1 Conclusões.....	51
6.2 Perspetivas de Desenvolvimentos Futuros .....	53
<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>55</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>58</b>
<b>Anexo I – Normas REFER e Outras Normas</b>	
<b>Anexo II – WBS Obras Ferroviárias</b>	
<b>Anexo I – Normas REFER e Outras Normas</b>	
<b>Anexo II – WBS Obras Ferroviárias</b>	
<b>Anexo III – FET e FMAT</b>	
<b>Anexo IV – MQT Variante de Alcácer</b>	



## Índice de Figuras

Figura 2.1: Constituição Via-férrea balastrada[10] .....	6
Figura 2.2: Carril Vignole 60E1 [12].....	7
Figura 2.3: Exemplos de Fixações[6] .....	8
Figura 2.4: Tipos de travessas de betão[8].....	9
Figura 2.5: Deformação da Via em Blocos Técnicos[17].....	13
Figura 2.6: Esquema de Bloco Técnico Tipo I [18].....	15
Figura 2.7 : Esquema de Bloco Técnico Tipo II [19] .....	15
Figura 3.1: Evolução Cronológica do ProNIC [21] .....	23
Figura 3.2: Principais utilizadores em função das fases do processo de construção [3] .....	25
Figura 3.3: WBS para edifícios em geral e para infraestruturas rodoviárias[6] .....	26
Figura 3.4 : Exemplo de um artigo com parâmetros por preencher.....	27
Figura 3.5 : Exemplo de um artigo com parâmetros preenchidos .....	27
Figura 3.6 : Conteúdos técnicos das FET e FMAT .....	28
Figura 3.7 : Exemplo de informações recolhidas a partir de diferentes projetos [23] .....	29
Figura 3.8: Divisão de uma obra de Edifícios em UC [21] .....	30
Figura 3.9: Divisão de uma Infraestrutura Rodoviária em UC [21] .....	30
Figura 3.10: Resumo dos elementos de informação, intervenientes e <i>outputs</i> do ProNIC[3] .....	31
Figura 4.1: FET associadas aos artigos correspondentes.....	40
Figura 4.2: FMAT associadas aos artigos correspondentes.....	40
Figura 4.3: WBS proposta inserida no ProNIC .....	41
Figura 4.4: Descrição da execução da camada de sub-balastro inserida no ProNIC .....	42
Figura 4.5: Opções de preenchimento dos parâmetros no ProNIC.....	42
Figura 4.6: FMAT associadas aos Blocos Técnicos no ProNIC.....	42
Figura 5.1: Localização geográfica da Variante Alcácer [28] .....	43





## Índice de Quadros

Quadro 4.1: Proposta WBS para obra ferroviária.....	36
Quadro 4.2: Artigo Blocos Técnicos Tipo I.....	37
Quadro 4.3: Artigo Blocos Técnicos Tipo II .....	38
Quadro 4.4: Artigo Camada de Coroamento .....	38
Quadro 4.5: Artigo Camada de Sub-balastro .....	38
Quadro 5.1: Organização da empreitada por especialidade[28] .....	46
Quadro 5.2: Estrutura de desagregação do MQT da Variante de Alcácer[30] .....	48
Quadro 5.3: Modelo de organização – Unidades de Construção.....	49
Quadro 5.4: Modelos de organização – Especialidades.....	49



## **SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS**

ABGE – Agregado Britado de granulometria extensa

ABGE+Cim – Agregado Britado de granulometria extensa tratado com cimento

AECO – Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação

CCP – Código dos Contratos Públicos

CE – Caderno de Encargos

Cr – Grau de compactação

DGEMN - Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais

DO – Dono de Obra

EP – Estradas de Portugal

FET – Fichas de Execução de Trabalhos

FMAT – Fichas de Materiais

IC-FEUP - Instituto da Construção- Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

INESC-Porto - Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores do Porto

IHRU – Instituto da Habitação e Reabilitação Urbana

INH – Instituto Nacional da Habitação

IP – Infraestruturas de Portugal

IT – Instrução Técnica

IPQ – Instituto Português da Qualidade

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

MAC – Mistura de Agregado e Cimento

MQT – Mapas de Quantidades de Trabalhos

PE – Parque Escolar

PK – Ponto Conhecido

POSC - Programa Operacional Sociedade do Conhecimento

ProNIC - Protocolo para a Normalização da Informação Técnica na Construção

REFER – Rede Nacional Ferroviária

TC – Tribunal de Contas

UC – Unidades de Construção

WBS – Work Breakdown Structure – Estrutura de Desagregação de Trabalhos



# 1 Introdução

## 1.1 Enquadramento

Durante as ultimas décadas, tem-se verificado uma significativa evolução do meio de transporte ferroviário, tanto no transporte de passageiros com os comboios de alta velocidade como no transporte de mercadorias. Tal desenvolvimento tem ocorrido devido ao aumento no preço do combustível fóssil, à preocupação com o impacto ambiental do transporte rodoviário e aeronáutico e ao facto de o transporte ferroviário pretender tornar-se mais competitivo[1].

Como nos outros domínios da construção civil existe cada vez mais uma preocupação constante com a normalização e uniformização dos processos por forma a garantir a sua qualidade na construção, a escolha de materiais e processos construtivos adequados e no controlo dos custos de construção, surgindo assim o interesse em alargar essas padronizações também à construção ferroviária.

No seguimento de auditorias efetuadas pelo Tribunal de Contas (TC) a cinco empreendimentos de obras públicas, constatou-se que existem debilidades que têm vindo a descredibilizar a construção portuguesa, como é o caso de prazos de execução de obras ultrapassados, orçamentos excedidos, segurança deficiente e falta de qualidade[2].

Consequentemente, o TC destacou a necessidade de constituir uma base de dados sobre as estatísticas de cada obra, em termos de custos por unidade de obra e tendo por base mapas de medição tipo, com vista a permitir comparar as estruturas de custos de empreendimentos da mesma natureza. No mesmo relatório salientou-se que devia acelerar-se a conclusão do estudo para a normalização da informação técnica na construção, nomeadamente o desenvolvimento do projeto ProNIC que designa “Protocolo para a Normalização da Informação Técnica na Construção” e refere-se a um projeto de investigação cujo principal objetivo é desenvolver um conjunto sistematizado e integrado de conteúdos técnicos credíveis, suportados por uma ferramenta informática moderna, com o intuito de constituir um referencial para todo o sector da construção portuguesa[2],[3].

Esta aplicação informática permite a gestão e articulação dos conteúdos técnicos e a geração automática de documentos como medições detalhadas, condições técnicas, Mapas de Quantidades de Trabalhos (MQT), Estimativas Orçamentais (EO) ou

Cadernos de Encargos (CE), que apresentam informações técnicas relativas a boas regras de construção, regulamentos, normas e custos.

O ProNIC apresenta potencialidades que se integram nos requisitos da nova legislação de contratação pública (CCP) e portarias associadas e apresenta na sua estrutura uma base de dados de conhecimentos em duas grandes áreas da construção: Edifícios em Geral e Infraestruturas Rodoviárias[3], [4].

Salienta-se que, de acordo com o Plano Estratégico dos Transportes e Infraestruturas (PETI), estão previstos para os próximos anos investimentos a rondar os 6.067 milhões de euros em obras públicas, dos quais 2.639 milhões de euros destinam-se à área das infraestruturas ferroviárias[5]. Assim sendo, torna-se essencial aplicar a metodologia ProNIC às infraestruturas ferroviárias.

## **1.2 Objetivos e Metodologia de Investigação Proposta**

O objetivo da presente dissertação foi desenvolver um conjunto sistematizado e integrado de conteúdos técnicos credíveis, suportados por uma ferramenta informática moderna, com intuito de constituir um referencial para todo o sector da construção portuguesa, especificamente para a área das infraestruturas ferroviárias.

Para o efeito foi fundamental adquirir conhecimentos mais aprofundados não só da metodologia ProNIC, como também das empreitadas das infraestruturas ferroviárias. Para a aquisição de conhecimentos a cerca das características das obras de infraestruturas ferroviárias foram analisados vários casos de estudos de uma forma global, e teve-se uma abordagem mais aprofundada num caso de estudo real, mais concretamente a empreitada da Variante de Alcácer.

Um dos principais objetivos foi desenvolver uma Estrutura de Desagregação de Trabalhos (WBS) que seja aplicável a qualquer tipo de obra ferroviária. Para tal, foram analisados os Mapas de Quantidades de Trabalhos (MQT), a Estrutura de Desagregação de Trabalhos (WBS) proposta pela Campos[6], e a WBS existente no ProNIC. De modo a atingir-se o objetivo pretendido começou-se primeiramente por organizar as empreitadas de infraestruturas ferroviárias estudadas segundo modelos de organização, isto é, organizar os trabalhos do MQT das empreitadas segundo unidades de construção e segundo especialidades. Efetuou-se também uma comparação entre os trabalhos do MQT das empreitadas ferroviárias e os trabalhos que se encontram na base de dados do ProNIC, com vista a identificar quais os trabalhos que já se encontram na plataforma.

Para além da criação da WBS foram também criadas descrições dos trabalhos e respetivos parâmetros, Fichas de Execução de Trabalhos (FET) e Fichas de Materiais (FMAT).

### 1.3 Estrutura organizativa da dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em 6 capítulos:

No **primeiro capítulo** realiza-se um enquadramento do tema a abordar, seguindo de uma breve explicação dos objetivos e da metodologia de investigação que se propõem para a realização do estudo.

No **segundo capítulo** são abordados os aspetos relacionados com as obras ferroviárias, tais como a constituição da via-férrea, as principais funções dos seus constituintes, e ainda a regulamentação e documentação normativa da mesma.

No **terceiro capítulo** primeiramente é feito um breve levantamento do estado atual do setor da construção e depois é efetuada uma descrição da metodologia ProNIC abordando os seus conteúdos, funcionalidades e potencialidades.

No **quarto capítulo** é proposta uma Estrutura de Desagregação de Trabalhos, as descrições de trabalhos e respetivos parâmetros, as fichas de execução de trabalhos e as fichas de materiais, com base em casos de estudo, na Estrutura de Desagregação de Trabalhos (WBS) existente na bibliografia para infraestruturas ferroviárias e no ProNIC para infraestruturas rodoviárias. Após criados os conteúdos técnicos, os mesmos foram implementados na plataforma e posteriormente foi possível validar a mesma recorrendo a um caso de estudo.

No **quinto capítulo** é apresentado e analisado o caso de estudo da construção de uma infraestrutura ferroviária nova, especificamente a Variante de Alcácer. É feita uma organização do mesmo segundo o modelo de obra ferroviário e é efetuada uma comparação dos trabalhos do caso do estudo com os trabalhos já existentes no ProNIC.

No **sexto capítulo** apresentam-se as conclusões do estudo realizado e as perspetivas de desenvolvimentos futuros.





## **2 Infraestruturas Ferroviárias**

### **2.1 Considerações Iniciais**

No presente capítulo serão abordados alguns tópicos relevantes a cerca das obras ferroviárias com o intuito de dar a conhecer ao leitor aspetos relacionados com a constituição da via-férrea, principais funções dos seus constituintes, a regulamentação e documentação normativa da mesma.

Para uma melhor perceção do trabalho considera-se essencial a aquisição desses conhecimentos, não seguindo uma abordagem de caracter exaustivo, mas focando apenas nos principais aspetos que serão abordados no presente trabalho de forma a enquadrar o leitor nesta temática.

Uma obra ferroviária engloba várias empreitadas e várias especialidades de trabalho clássicas da Engenharia Civil, por exemplo, vias de comunicação, estruturas, construção civil, geotecnia, hidráulica e também em outras áreas da engenharia, tais como telecomunicações, eletrotécnica, ambiental, mecânica e metalúrgica[6].

Este estudo, assim como todo o trabalho da dissertação, centra-se nos aspetos relacionados com a infraestrutura da via-férrea.

### **2.2 Constituição da Via-férrea**

Uma via-férrea tem como função base assegurar a circulação de um comboio, e proporcionar condições para que a mesma seja efetuada com segurança, economia e conforto[7]. Existem três tipos de via-férrea que são: via balastrada, via não balastrada e via de apoio misto.

A via balastrada para além de ser a solução mais antiga, é também a mais usada em linhas ferroviárias. A adoção de uma solução de via balastrada traduz-se em varias vantagens das quais se pode destacar[8], [9]:

- Vasta experiência relativamente ao material a aplicar, custos de ciclo de vida e duração;
- Rápida construção, reparação e manutenção da via;
- Custos de construção relativamente baixos;
- Boas condições de dissipação de ruído e vibrações;
- Fácil correção da geometria da via.

No que diz respeito a estrutura de uma via-férrea balastrada, esta divide-se em superestrutura e infraestrutura, tal como representado na Figura 2.1. A superestrutura é constituída por carris, fixações, travessas e camada de balastro. O conjunto carril, fixação e travessas designa-se por armamento da via. A infraestrutura é constituída por camada de sub-balastro, camada de coroamento e plataforma natural.

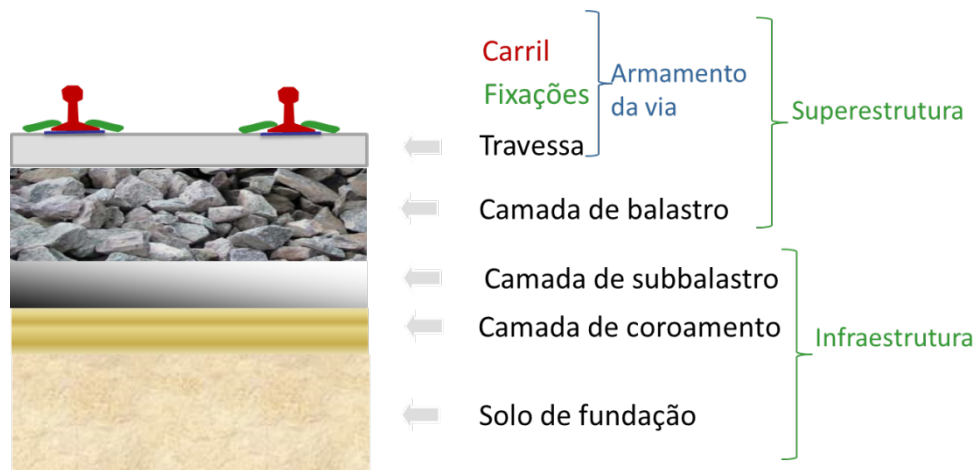


Figura 2.1: Constituição Via-férrea balastrada[10]

De seguida são apresentados sumariamente os elementos constitutivos da via-férrea e as suas funções.

## 2.2.1 Superestrutura

A superestrutura é a parte da estrutura que integra todos os elementos que se encontram acima da camada de sub-balastro, sendo constituída pelo armamento de via (carris, fixações e travessas) e pela camada de balastro.

### 2.2.1.1 Carris

Os carris são perfis de aço e são considerados o elemento mais importante da via-férrea, apresentando também o maior custo. Tem como principais funções[11]:

- Suportar e transferir as cargas provenientes das rodas dos comboios para as travessas, sem causar flexão excessiva;
- Guiar os rodados dos veículos;
- Conduzir da corrente elétrica dos sistemas de tração ou de sinalização.

A inércia de flexão do carril, a sua regularidade geométrica e os aspetos construtivos influenciam o comportamento dos restantes elementos que lhes servem de apoio. O carril mais utilizado atualmente em maior parte das redes ferroviárias europeias e da

rede nacional é o carril Vignole, mais concretamente o 54E1 e o 60E1, que são caracterizados pelo seu peso por metro linear (54 kg/m e 60 kg/m, respetivamente). Os carris podem ser ligados através de juntas (ligações aparafusadas) ou através de soldaduras (usando barras longas soldadas)[11]. Na Figura 2.2 pode observar-se um exemplo de um carril Vignole 60E1.



Figura 2.2: Carril Vignole 60E1 [12]

#### **2.2.1.2 Fixações**

São elementos que tem como objetivo principal fixar as travessas aos carris, transmitir as forças aplicadas sobre os carris as travessas e amortecer as vibrações e impactos causados pelas rodas dos veículos[12].

O tipo de travessa utilizada em cada via influencia o tipo de ligação e as características dos elementos de ligação e de apoio.

Em travessas de madeira utilizam-se apoios metálicos (chapins) entre os carris e as travessas, os quais asseguram tensões admissíveis e protegem a madeira contra o desgaste mecânico e em travessas de betão colocam-se elementos resilientes para amortecer as vibrações provocadas pelas rodas, para reduzir o atrito entre o carril e a travessa e para promover o isolamento elétrico dos circuitos da via[7].

Pode-se observar na Figura 2.3 alguns exemplos de fixações.

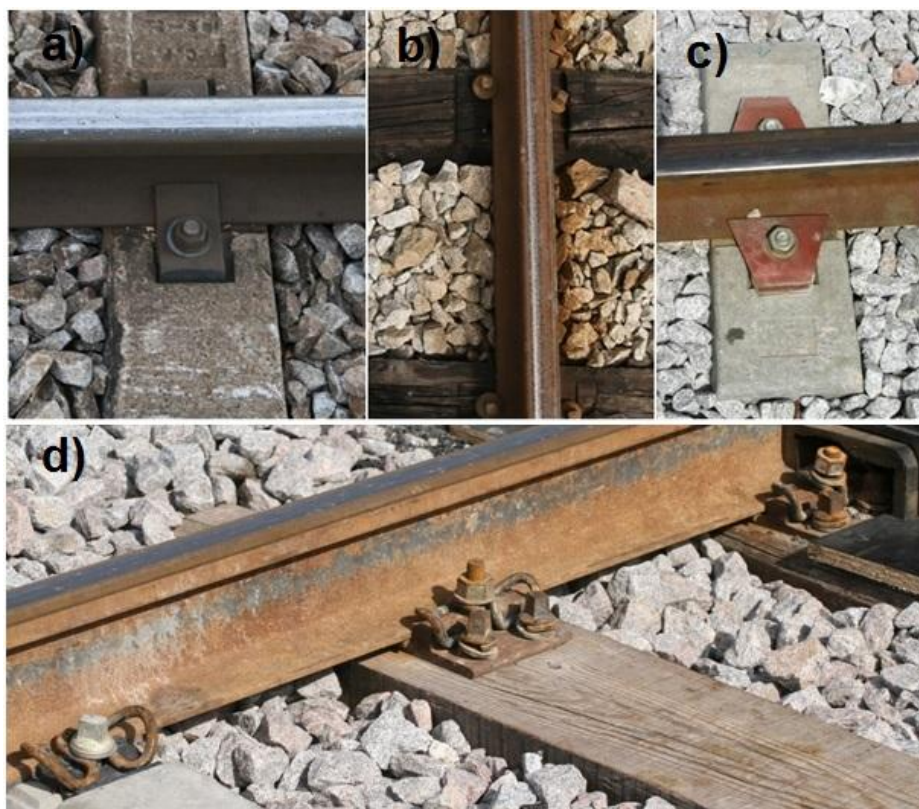


Figura 2.3: Exemplos de Fixações[6]

### 2.2.1.3 Travessas

As travessas são elementos da via colocados entre os carris e o balastro, geralmente espaçados de 0,6m. Tem como principais funções[8]:

- Receber as cargas dos carris e distribuí-las para a camada de balastro com níveis de tensão aceitáveis;
- Suportar o sistema de fixação dos carris;
- Impedir movimentos verticais, laterais e longitudinais dos carris,
- Preservar a bitola e a inclinação do carril;
- Garantir isolamento elétrico entre os dois carris da via.

De forma a garantir o cumprimento das funções acima referidas e a qualidade da via, convém que as travessas apresentem características adequadas, ou seja, elevada resistência mecânica em todas as direções.

As travessas podem ser de madeira, metálicas ou de betão (monobloco ou bibloco), sendo as de betão as mais utilizadas.

As travessas de madeira possuem uma maior flexibilidade e uma melhor distribuição das cargas. O facto de terem um peso relativamente reduzido faz que o seu manuseamento, fabrico, transporte e colocação seja mais fácil, mas conduz também a

uma resistência lateral mais baixa. Devido a escassez do material, o seu encarecimento e durabilidade reduzida, a madeira tem sido substituída por outros materiais.

As travessas de betão têm como vantagens a maior resistência mecânica, resistência a ações laterais e maior durabilidade e como desvantagens possuem maior dificuldade de manuseamento, maior fragilidade e maiores custos de produção e conservação. Como se pode observar na Figura 2.4 existem dois tipos de travessas de betão, travessas tipo monobloco (betão pré-esforçado) e travessas tipo bibloco (betão armado)[11].

As travessas metálicas são hoje em dia muito pouco utilizadas.

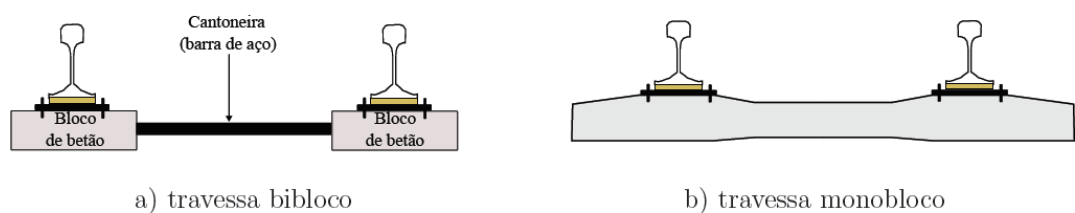


Figura 2.4: Tipos de travessas de betão[8]

#### 2.2.1.4 Balastro

O comportamento da camada de balastro é uma das preocupações principais das administrações ferroviárias, devido a sua elevada importância em garantir o bom funcionamento da infraestrutura em termos de segurança e conforto. As principais funções da camada de balastro são[10]:

- Promover a distribuição homogénea das forças sobre a plataforma;
- Oferecer uma alta resistência longitudinal e lateral para a armadura da via;
- Garantir uma boa drenagem da água;
- Garantir a elasticidade da via com a finalidade de amortecer as cargas dinâmicas;
- Permitir uma fácil correção da posição da via através da sua alteração (trabalhos de ataque e ripagem) .

A estabilidade vertical, horizontal e lateral da via é bastante influenciada pela camada de balastro que possui um papel importante na segurança a circulação. A estabilidade vertical é garantida devido a resistência direta das partículas do balastro e a estabilidade longitudinal e lateral pelo atrito que ocorre entre as partículas do balastro e as travessas. O comportamento da camada de balastro é condicionado essencialmente pelas suas características mecânicas (resistência e deformabilidade) e hidráulicas (permeabilidade),

as quais devem, tanto quanto possível, manter-se no tempo. Essas características dependem, entre outros fatores, da espessura e da compacidade da camada e das características das partículas (forma, dureza, dimensões, etc.). Por outro lado, as características da superestrutura da via, o tipo e a frequência dos trabalhos de conservação e as próprias solicitações do material circulante podem condicionar o comportamento da camada de balastro[7].

O balastro forma a camada intermédia entre as travessas e a camada de sub-balastro e deve ser constituído por material granular resultante da britagem de pedra, com elevada resistência ao desgaste e à fragmentação. Para que todas as funções do balastro sejam bem desempenhadas, é importante que este seja formado de rocha dura, seja pesado, apresente forma angular, tenha superfícies rugosas e esteja limpo de detritos. A camada de balastro pode ser constituída por : granitos, gabros, dioritos, doleritos, basaltos, e quartzitos[9]. As características corretas do balastro, consoante o tipo de via, estão definidas na norma NP EN 13450:2005 – Agregados para balastro de vias-férreas. Esta norma define duas categorias de balastro:

- Balastro Tipo I: para os sistemas ferroviários de alta velocidade (igual ou superior a 250 km/h) e velocidade alta (inferior a 250 km/h);
- Balastro Tipo II: para a rede convencional.

### **2.2.2 Infraestrutura**

Tradicionalmente, o desempenho da via era apenas associado às características da superestrutura, a principal preocupação residia nos elementos do armamento da via e do balastro, nomeadamente na análise do seu desempenho e no cumprimento dos requisitos impostos, não conferindo assim a devida importância a parte da infraestrutura. As opções de projeto, de conservação e de reabilitação da infraestrutura, principalmente as que se relacionam com a plataforma, têm uma abordagem fundamentalmente empírica e as soluções tomadas assentam apenas em experiências anteriores. Recentemente, houve uma alteração na abordagem da vida útil da via-férrea, os técnicos ligados aos caminhos-de-ferro constataram que as questões relativas a parte da infraestrutura possuem em termos de custos de conservação e reabilitação, um papel determinante na exploração das vias férreas[7], [9].

Resumidamente a infraestrutura tem como principal função a de suporte e por isso influencia bastante o desempenho da via-férrea, mais concretamente a rigidez da via. A

infraestrutura é basicamente um conjunto de camadas não ligadas que garantem que a circulação de veículos seja feita de forma cómoda e segura[9].

### **2.2.2.1 Camada de Sub-balastro**

A camada de sub-balastro é a camada sobre a qual assenta o balastro, construída com o objetivo de assegurar o bom comportamento da via, no que diz respeito a manutenção da sua geometria. Esta camada contribui para a correta degradação das cargas e das vibrações transmitidas em profundidade, e para a evacuação das águas de circulação superficial, impedindo a contaminação do balastro e a erosão da plataforma de terraplenagem.

O material a utilizar na camada de sub-balastro resultará de extração em pedreira ou de escavação em linha ou em áreas de empréstimo seguido de quebra e seleção, com ou sem mistura de agregados naturais. Este material não pode conter fragmentos de madeira, matéria orgânica, metais, plásticos, rochas alteradas nem materiais tixotrópicos, expansivos, solúveis, putrescíveis, combustíveis ou poluentes (resíduos industriais)[14].

Normalmente impõem-se que a camada de sub-balastro apresente módulo de deformabilidade elevado e que exiba uma permeabilidade relativamente baixa, para tal a mesma pode ser constituída por materiais naturais bem graduados, areias cascalhentas ou materiais naturais britados. Os materiais deverão ter boa resistência ao desgaste, possuir uma granulometria adequada às funções de filtro e garantir a separação entre o balastro e a fundação. O sub-balastro pode ainda conter geossintéticos ou ser constituído por misturas betuminosas que podem funcionar conjuntamente com os materiais granulares ou podem substituir os mesmos.

No que diz respeito às características físicas e mecânicas da camada de sub-balastro colocada em linhas novas de muito tráfego, são exigidos valores mínimos para a compactação relativa dos materiais,  $C_r \geq 103\%$  em relação ao ensaio Proctor Normal e para o módulo de deformabilidade equivalente ao nível do topo desta camada, medido no primeiro ciclo de carga,  $EV_1 \geq 70$  MPa, ou no segundo ciclo de carga,  $EV_2 \geq 120$  MPa, do ensaio de carga estática com placa[7].

O número de camadas que constitui o sub-balastro, as suas espessuras e características são em função[7]:

- Dos materiais utilizados na construção;
- Da natureza e propriedades da fundação, nomeadamente o tipo de material e as suas características mecânicas, a sua suscetibilidade em relação à água e o seu estado de compacidade;

- Das condições climáticas e hidrogeológicas do local;
- Do tráfego (carga, velocidade e frequência de passagem);
- Da superestrutura da via (tipo de carril, tipo e espaçamento das travessas, etc.).

#### **2.2.2.2 Camada de Coroamento**

A camada de coroamento é uma camada que é construída quando é necessário melhorar a capacidade de carga ao nível da plataforma de terraplenagem. Localiza-se sob a camada de sub-balastro.

A camada de coroamento consiste no tratamento do solo com diversos materiais consoante as características que se pretendem obter. Neste tratamento podem ser utilizados materiais como cimento, cal, betume e geossintéticos. Utilizando uma camada de coroamento garante-se uma transição suave entre a plataforma e a camada de sub-balastro e reduz-se a espessura a adotar para a camada de sub-balastro[9].

De modo a obter-se uma camada de coroamento estável, deve evitar-se que ocorra[9]:

- Deformação plástica excessiva;
- Diminuição de resistência ao esforço de corte;
- Aumento e diminuição de volume excessivos;
- Deterioração do solo pela ação de gelo e degelo;
- Diminuição do atrito interno.

A circulação dos veículos provoca esforços que se propagam para além da camada de sub-balastro, por isso devem se efetuar estudos relativos a capacidade e suporte dos terrenos de fundação. Caso se chegue a conclusão que a fundação não reúne condições para suportar os esforços e garantir um bom desempenho da via, deve executar-se a camada de coroamento.

#### **2.2.2.3 Plataforma Natural**

A plataforma natural é composta pelos terrenos onde se apoia o sub-balastro e (ou) balastro da via, prolonga-se até a altura onde se fazem sentir consideravelmente as solicitações do tráfego.

Normalmente a plataforma é composta por solos locais que apresentam pior qualidade que o material usado na camada de coroamento e de sub-balastro. Serve de suporte para toda via férrea e transmite as cargas provenientes do tráfego ao terreno[13].



A plataforma tem como funções principais:

- servir de apoio à superestrutura e às camadas de apoio da via e suportar as tensões impostas pelas cargas repetidas, sem atingir a rotura e sem deformações excessivas (reversíveis e permanentes);
- manter uma posição estável no tempo, não sendo demasiadamente afetada pelas ações ambientais, como os ciclos de molhagem e secagem associados à pluviosidade;
- resistir ao atrito e ao desgaste causados pelo balastro ou sub-balastro, fenómenos que tendem a causar a bombagem de finos e consequentes assentamentos;
- constituir uma adequada superfície para colocação e compactação do sub-balastro.

O sistema internacional de classificação ferroviária, através da ficha UIC 719R[15], classifica as plataformas nas classes P1, P2 e P3, correspondentes a plataformas medíocre, média e boa, respetivamente.

## 2.3 Blocos Técnicos

Designam-se Blocos Técnicos ou Aterros Técnicos, as estruturas que permitem assegurar a transição entre os aterros e as obras de arte, de modo a reduzir os assentamentos diferenciais, e a assegurar a variação progressiva do módulo de rigidez, entre estas duas estruturas.

As experiências rodoviária e ferroviária, ao nível nacional e internacional, mostram que os aterros técnicos são fontes de problemas e pontos fracos da infraestrutura de transporte. Com a passagem do tempo, o aterro vai-se compactando e, com ele, o assentamento diferencial, entre aterro e estrutura adjacente, aumenta[16].

A representação esquemática da Figura 2.6 ilustra o fenómeno típico de deformação da via identificado em zonas de transição aterro-ponte.

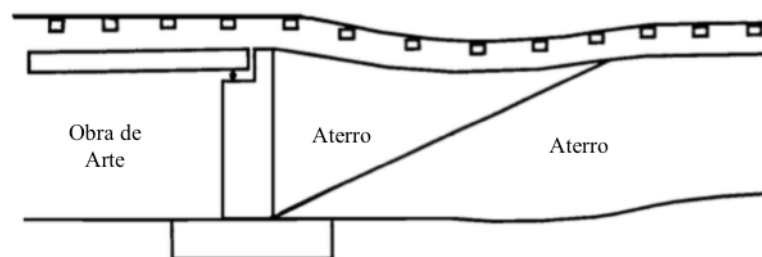


Figura 2.5: Deformação da Via em Blocos Técnicos[17]

As infraestruturas ferroviárias apresentam normalmente maiores degradações nas zonas de transição entre os aterros e obras de arte. Tal facto leva a que os custos de manutenção da via aumentem, afeta a disponibilidade da via e provoca perturbações na operação ferroviária[18]. Embora as causas dos problemas acima referidos não sejam completamente conhecidas, pode-se destacar alguns fatores que originam as mesmas[19]:

- variações bruscas da rigidez vertical da via devido a distintas condições de apoio (mais flexíveis nas zonas de terraplenagens e mais rígidas sobre a obra de arte);
- a variação da rigidez em conjunto com carregamentos verticais, vibrações induzidas pela passagem de veículos, condições atmosféricas (variações de temperatura, pluviosidade...), ações de natureza geotécnica (assentamentos na fundação do aterro) e ainda fatores com origem estrutural (interação tabuleiro/carril), geram degradações da geometria da via que criam assentamentos diferenciais.

Caso a zona de transição não seja devidamente projetada ou a manutenção da via não for feita de forma apropriada, os dois fatores acima referidos podem incrementar consideravelmente a interação dinâmica veículo-via. Nestas condições, ocorre um aumento da taxa de degradação dos constituintes do veículo e da via e do risco de descarrilamento. Em algumas situações pode ser posta em causa a segurança, por isso convém minimizar os assentamentos nestes pontos das vias de transporte, poupando futuros problemas aos utilizadores, quer ao nível de segurança e conforto, quer ao nível de incómodos causados por trabalhos na via[16].

Por forma a mitigar esta situação, as administrações ferroviárias têm elaborado diversas especificações de projeto para a construção de zonas de transição. A utilização de aterros em forma de cunha, designados por Blocos Técnicos (BT) e de lajes de transição, ou de componentes resilientes na superestrutura da via, como palmilhas de carril mais flexíveis ou a colocação de palmilhas na base das travessas, estão entre as medidas propostas por aquelas entidades. A adoção de Blocos Técnicos com dimensões bem definidas, construídas com camadas compactadas de materiais granulares, eventualmente tratados com ligantes, exibindo elevados valores de módulo de deformabilidade e pouca deformação plástica, quando comparados com os materiais tradicionais de aterro, tem sido uma solução muito empregue ultimamente[18].

Geralmente os Blocos Técnicos são compostos por duas partes principais (Fig. 2.6 e Fig. 2.7):

- uma cunha construída junto ao encontro da obra de arte com mistura de agregado com cimento (MAC);
- uma cunha com camadas de agregado britado de granulometria extensa (ABGE).

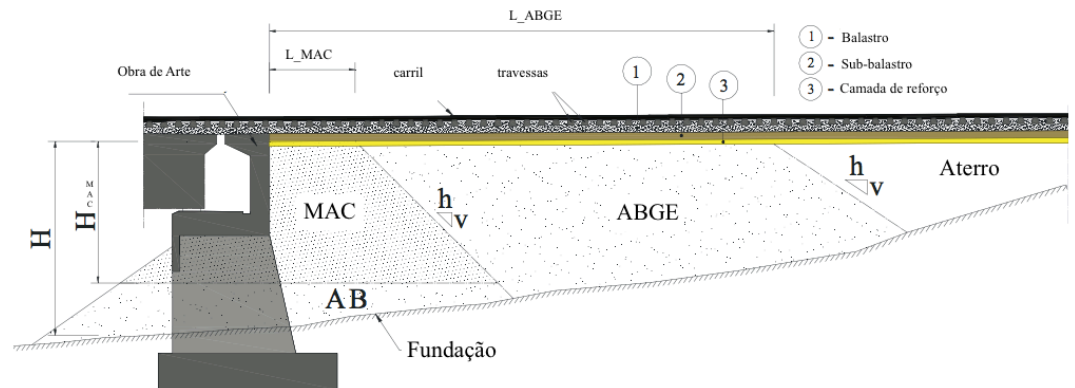


Figura 2.6: Esquema de Bloco Técnico Tipo I [18]

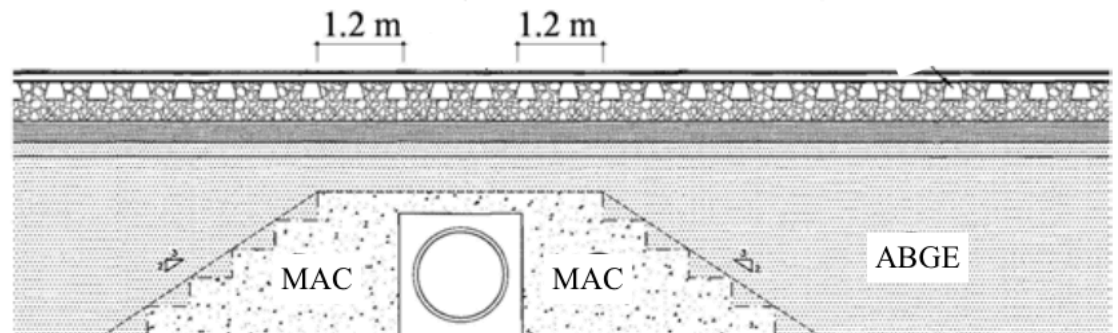


Figura 2.7 : Esquema de Bloco Técnico Tipo II [19]

A concepção do Bloco Técnico deve ser feita de modo a:

- Assegurar que a geometria do encontro não dificulta a compactação das camadas na zona de transição;
- Proporcionar uma transição de rigidez adequada, atendendo à velocidade de circulação dos comboios, à deformabilidade dos materiais aplicados na transição, à geometria das camadas e à rigidez dos elementos resilientes da superestrutura de via;
- Minimizar os assentamentos de longo prazo.

O Bloco Técnico tem como função a de conferir uma transição suave entre a infraestrutura de transporte em aterro corrente e a obra de arte ou túnel. Desta forma, para que a transição ocorra da forma pretendida, a rigidez vertical do aterro técnico terá

de aumentar gradualmente na aproximação da estrutura, de modo a compatibilizar os deslocamentos verticais entre a infraestrutura de transporte e a superestrutura.

No processo de construção das zonas de transição, é necessário implementar um rigoroso processo de garantia da qualidade, com o objetivo de garantir que os materiais utilizados e os processos construtivos cumpram às especificações estabelecidas.

Como zonas críticas que são na infraestrutura de transporte, os Blocos Técnicos têm uma atenção especial por parte dos projetistas.

## **2.4 Regulamentação e Documentação Normativa**

A gestão das infraestruturas ferroviárias de quase todo o território nacional está a cargo das Infraestruturas de Portugal (IP) que edita e disponibiliza regulamentações e normas ferroviárias, as quais têm servido de referência para outras obras ferroviárias.

A IP é a empresa pública que resulta da fusão entre a Rede Ferroviária Nacional – REFER, E.P.E. (REFER, E.P.E.) e a EP - Estradas de Portugal, S.A. (EP, S.A.) através da qual a REFER, E.P.E., incorpora, por fusão, a EP, S.A., e é transformada em sociedade anónima, passando a denominar-se Infraestruturas de Portugal, S.A. (IP, S.A.). A fusão foi consagrada no dia 1 de junho de 2015, na sequência do Decreto-Lei nº 91/2015 de 29 de maio.

Na prática, as infraestruturas rodoviárias e ferroviárias passam a ser geridas por uma única empresa, de acordo com uma estratégia conjunta, integrada e complementar.

A IP, S.A. tem por objeto a conceção, projeto, construção, financiamento, conservação, exploração, requalificação, alargamento e modernização das redes rodoviária e ferroviária nacionais, incluindo o comando e controlo da circulação ferroviária.

A IP está sujeita à tutela do Ministério do Planeamento e das Infraestruturas.

Em termos de regulamentação e documentação normativa a REFER (atualmente IP) disponibiliza uma extensa lista de normas, que abordam praticamente todos os aspetos de um projeto ferroviário. Existem ainda algumas Normas Portuguesas, do Instituto Português da Qualidade (IPQ), baseadas em Normas Europeias. No Anexo I é apresentada uma seleção das principais normas técnicas da REFER e Normas Portuguesas do IPQ de interesse para este trabalho.

## **2.5 Considerações Finais**

No âmbito deste trabalho serão referidos os processos construtivos das camadas da infraestrutura da via-férrea e dos blocos técnicos para integração no ProNIC que será apresentado no capítulo seguinte.

Todas as fichas desenvolvidas para este efeito são baseadas nas normas e regulamentos em vigor ao nível nacional e europeu.



## **3 ProNIC**

### **3.1 Considerações Iniciais**

ProNIC designa “Protocolo para a Normalização da Informação Técnica na Construção” e refere-se a um projeto de investigação cujo principal objetivo é desenvolver um conjunto sistematizado e integrado de conteúdos técnicos credíveis, suportados por uma ferramenta informática moderna, com o intuito de constituir um referencial para todo o sector da construção portuguesa [3].

No presente capítulo será descrito o estado atual do ProNIC e o seu enquadramento no setor AECO e apresentados os seus conteúdos técnicos e funcionalidades que solucionam algumas debilidades do setor da construção.

### **3.2 Estado Atual do Setor da Construção**

As fases iniciais de um processo construtivo (Promoção, Conceção e Projeto) são responsáveis por uma grande parte da falta de conformidade existente nas obras. A documentação que é produzida durante a fase de Projeto atravessa horizontalmente todo o processo construtivo e é o suporte para as relações contratuais entre os vários intervenientes. Neste sentido, a não existência de um referencial definido e universalmente aceite no que diz respeito a trocas de informações na construção, leva a que cada projeto ou obra adote muitos conceitos por eles definidos originando assim uma dificuldade de entendimento entre as partes envolvidas no processo construtivo.

O aumento da complexidade dos projetos, da informação neles presentes e do elevado número de intervenientes nos mesmos, faz com que exista uma elevada produção de informação na indústria de construção, fato que gera a necessidade de existirem formas de comunicação que sejam eficientes durante todas as etapas do processo construtivo [3].

No contexto atual, a documentação de índole técnica e contratual que é produzida nos vários tipos de obras, apresenta-se sob diversos formatos e com conteúdos muito díspares, criando assim várias debilidades em todo o processo. Estas debilidades estão associadas a vários fatores, podendo-se, no entanto, destacar [20]:

- A ausência de ferramentas que facilitem o trabalho de produção de documentação técnica para as obras e os problemas de comunicação entre os vários intervenientes, representam um dos principais aspetos que tem vindo a prejudicar diretamente o desempenho, os custos, os prazos e a qualidade do produto final;

- A ausência de documentos técnicos de referência relativos à informação sobre a execução dos trabalhos e materiais que lhes estão associados tem vindo a influenciar negativamente a eficiência e a própria credibilidade das empresas do sector, consequentemente têm-se registado mapas de quantidades de trabalhos e cadernos de encargos excessivamente personalizados, demasiado vagos e em muitos casos cópias de projetos anteriores;
- A dificuldade de reunião e divulgação das normas, especificações e textos técnicos adaptados à realidade portuguesa.

A documentação elaborada pelos diferentes projetistas resulta da organização personalizada por parte de cada técnico ou equipa de projeto, ou tem como base linhas gerais de organização produzidas por várias entidades segundo a experiência adquirida. Neste sentido, mesmo tratando-se de obras do mesmo tipo, obtém-se documentação com critérios e parâmetros distintos, levando assim a que os diferentes intervenientes tenham que proceder a uma análise detalhada da mesma, o que pode originar problemas de eficiência tanto no âmbito da rentabilidade das organizações como na falta de qualidade das realizações.

Para poder ir de encontro às novas realidades e exigências da legislação de contratação pública (Código dos Contratos Públicos - CCP) e portarias associadas, têm que existir:

- Meios tecnológicos para tramitação e comunicação, de modo a que haja uma simplicidade, integridade, segurança e transparência;
- Cadernos de Encargos (CE) e documentação de obra em formatos eletrónicos com interfaces simplificadas e em plataformas eletrónicas;
- Elementos e conteúdos de solução de obra de qualidade quanto à natureza e quantidade dos trabalhos, com o intuito de limitar as indefinições (Peças do projeto, Especificações técnicas, MQT);
- Estimativas orçamentais (EO) mais rigorosas;
- Processos para monitorização do sector.

De acordo com o Relatório de Auditoria nº17/2009 do Tribunal de Contas (TC), referente a auditorias efetuadas a cinco empreendimentos de obras públicas, para além das debilidades acima referidas surgem também outros aspetos que tem vindo a descredibilizar a construção portuguesa, como é o caso de prazos de execução de obras ultrapassados, orçamentos excedidos, segurança deficiente e falta de qualidade. De acordo com o mesmo relatório é comum registarem-se derrapagens financeiras muito acima dos valores orçamentados, assim como desvios nos prazos de execução [2].



É ainda referido no relatório que os deslizes financeiros ocorridos nos cinco empreendimentos ficaram a dever-se a:

- Falta de estudos prévios e de revisão do projeto;
- Execução da obra em simultâneo com a elaboração do projeto;
- Trabalhos de alteração explicados por circunstâncias imprevistas;
- Indefinição dos elementos patenteados a concurso;
- Trabalhos não contemplados contratualmente;
- Trabalhos não previstos “Já agora”;
- Problemas técnicos associados à reposição dos serviços afetados;
- Paralisação dos trabalhos na sequência da revisão do projeto;
- Prorrogações de prazo;
- Alteração do processo construtivo.

Relativamente às derrapagens no prazo de conclusão da obra deveram-se a:

- Atrasos nas expropriações;
- Condições atmosféricas adversas;
- Atrasos na elaboração e aprovação do projeto de execução;
- Alterações de projeto;
- Indefinição de elementos patenteados a concurso;
- Atraso na entrega de documentos do projeto;
- Alteração do processo construtivo e revisão do projeto;
- Morosidade na análise das propostas;
- Trabalhos a mais e erros e omissões dos projetos iniciais;
- Atrasos nas consignações;
- Atrasos na receção provisória parcial das empreitadas;
- Incompatibilidades com outras empreitadas;
- Problemas técnicos associados à reposição de serviços afetados;
- Incumprimento dos prazos processuais por parte do consórcio empreiteiro;
- Causas de força maior (acidentes);
- Prorrogações de prazo.

O Estado pagou cerca de 241 milhões de euros de encargos adicionais em apenas cinco empreendimentos de obras públicas, sendo grande parte dos mesmos devidos a ineficiências, erros e falhas graves de gestão. Assim sendo, o Tribunal salientou a importância da constituição de uma base de dados sobre as estatísticas de cada obra, em termos de custos por unidade de obra e tendo por base mapas de medição tipo, com

vista a permitir comparar as estruturas de custos de empreendimentos da mesma natureza. Referiu também que devia acelerar-se a conclusão do estudo para a normalização da informação técnica na construção, designado por projeto ProNIC [2].

### **3.3 ProNIC**

O ProNIC é uma iniciativa do Estado Português e foi aprovado em Dezembro de 2005, no âmbito do Programa Operacional Sociedade do Conhecimento (POSC) e tendo como entidades promotoras a DGEMN (Direção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais), o INH (Instituto Nacional da Habitação) e a EP (Estradas de Portugal). Posteriormente, com a extinção da DGEMN e do INH e a respetiva junção, a responsabilidade da gestão do projeto passou a ser assumida pelo IHRU (Instituto da Habitação e Reabilitação Urbana) e pela EP.

O desenvolvimento do trabalho técnico do ProNIC é assegurado por um consórcio, criado para o efeito, no qual participam o Instituto da Construção da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (IC-FEUP), o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e o Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores do Porto (INESC Porto) [3].

O ProNIC é uma aplicação informática que apresenta na sua estrutura uma base de dados de conhecimentos em duas grandes áreas da construção: Edifícios em Geral e Infraestruturas Rodoviárias, e um conjunto de funcionalidades que operam a base de dados.

Nos Edifícios em Geral, foram incorporados os conhecimentos relacionados com a Construção Nova e com a Reabilitação. A base de dados possui uma Estrutura de Desagregação de Trabalhos de construção com uma descrição assente nas normas e parâmetros desse trabalho, no caso dos Edifícios apresenta uma abordagem mais ampla e foca-se nos edifícios habitacionais e no caso das infraestruturas rodoviárias baseou-se no caderno de encargos da EP.

Os conteúdos técnicos da base de dados incorporam ainda fichas de execução de trabalhos (FET), fichas de materiais (FMAT) e fichas de custos relacionadas com os trabalhos de construção. A aplicação informática permite a gestão e articulação dos conteúdos técnicos e a geração automática de documentos como medições detalhadas, condições técnicas, MQT, EO ou CE, que apresentam informações técnicas relativas a boas regras de construção, regulamentos, normas e custos.

Na primeira fase de desenvolvimento deste projeto foi criada a possibilidade de tratar cerca de 10.000 tipos de trabalhos que se desdobram, por aplicação das diferentes parametrizações, na geração de um número da ordem dos 300.000 artigos/trabalhos de construção, tendo-se produzido cerca 5000 fichas de execução de trabalhos e fichas de materiais que representam uma cobertura de 80% dos artigos referidos. A conclusão da primeira fase ocorreu na mesma altura em que entrou em vigor o CCP, em junho de 2008 [3], [21].

Após terminada a primeira fase do projeto, o Consórcio ProNIC desenvolveu novas funcionalidades e complementou alguns dos seus conteúdos técnicos. Simultaneamente e com o intuito de expandir a utilização da aplicação informática, o Consórcio celebrou com a Parque Escolar (PE) um contrato para a prestação de serviços de investigação e desenvolvimento da adaptação da metodologia ProNIC à terceira fase do programa de modernização da PE, que contemplava obras destinadas ao ensino secundário [21].

Na Figura 3.1 podemos observar a cronologia da evolução do ProNIC.



Figura 3.1: Evolução Cronológica do ProNIC [21]

### 3.3.1 Conteúdos Técnicos e Funcionalidades

O ProNIC apresenta potencialidades que se integram nos requisitos da nova legislação de contratação pública (CCP) e portarias associadas, mais concretamente a obrigatoriedade de apresentação de propostas por via eletrónica, a introdução do conceito de preços máximos das empreitadas e a limitação de erros e omissões, proporcionando assim estruturar todo o processo concursal (incluindo as fases de esclarecimentos e de erros e omissões) das obras, em articulação e integração com a plataforma de contratação eletrónica utilizada [4].

Com a utilização do ProNIC é possível gerir e monitorizar um empreendimento desde a fase do projeto de execução até ao final da obra.

As principais funcionalidades da aplicação ProNIC são [6]:

- i. Gerar um único MQT, referente ao projeto no seu todo, sendo possível a obtenção dos mapas parcelares, por especialidade, por capítulos da base de dados ou mesmo por divisões lógicas do empreendimento;
- ii. Gerar mapas de medições;

- iii. Fazer estimativas orçamentais tendo como base cenários de custos (valores de referência);
- iv. Gerar automaticamente condições técnicas gerais de CE;
- v. Integrar a informação entre as fases do projeto;
- vi. Trabalhar em ambiente colaborativo;
- vii. Suportar / Apoiar a contratação eletrónica;
- viii. Comparar propostas;
- ix. Gerir empreitadas e subempreitadas;
- x. Fazer uma correta aferição de montantes;
- xi. Extrair indicadores a partir da base de dados;
- xii. Gerar autos mensais com integração da informação passada, e ainda realizar o carregamento e a assinatura de documentos;
- xiii. Estruturar a documentação do projeto de acordo com a nova legislação.

Os principais utilizadores do ProNIC são os intervenientes nas diferentes fases do processo construtivo, dado que o ProNIC pretende constituir uma intervenção transversal em todo o processo construtivo, desde a fase de conceção até à fase de utilização, com contributos a vários níveis [22]:

- i. Na fase de conceção e projeto - através da geração automática de CE, MQT, EO e agregação e integração das peças escritas e desenhadas;
- ii. Na fase de consulta e contratação - através das funcionalidades relacionadas com a organização dos processos, elaboração e comparação de propostas e desagregação da informação para subcontratação;
- iii. Na fase de execução das obras - pela disponibilização da informação técnica de apoio à correta execução dos trabalhos e à seleção dos materiais, bem como à correta verificação da conformidade dos trabalhos e materiais;
- iv. Na fase de utilização - através da disponibilização de textos contendo linhas de orientação para a manutenção dos edifícios.

Na Figura 3.2 são identificados, cada fase do processo os possíveis utilizadores do ProNIC.

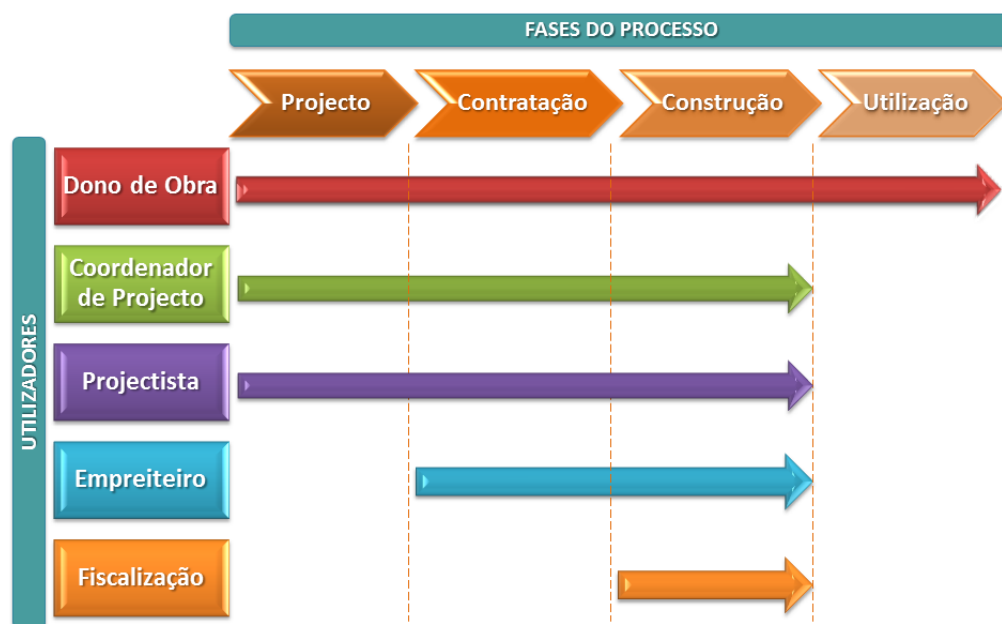


Figura 3.2: Principais utilizadores em função das fases do processo de construção [3]

### 3.3.1.1 Elementos de Informação

#### 3.3.1.1.1 WBS

A Estrutura de Desagregação de Trabalhos (Work Breakdown Structure - WBS) é uma metodologia internacional que consiste em decompor qualquer objeto nos seus constituintes. A sua divisão é feita de forma hierárquica, sendo conceptualizada em forma de árvore e, de acordo com o tipo de construção.

No caso específico de um projeto de construção consiste em decompor o mesmo numa primeira fase em capítulos, correspondendo este a um primeiro nível de desagregação. Este primeiro nível é decomposto em outros níveis, mais detalhados e pormenorizados, até se chegar ao nível final da desagregação correspondente ao trabalho de construção ou artigo que é caracterizado por um código numérico acompanhado de uma breve descrição do trabalho. Esta desagregação em níveis hierárquicos é efetuada seguindo critérios relacionados com elementos de construção e com tipos de materiais utilizados. Para cada nível existe um código numérico dividido por pontos, por exemplo “4.1.2.1 – Escavação de Fundações” [23].

Como já foi referido anteriormente, atualmente existem duas estruturas de desagregação de trabalhos, uma para Edifícios e outra para Infraestruturas Rodoviárias. A WBS dos Edifícios é composta por 26 capítulos, sendo cada um subdividido em Obra Nova e Reabilitação, no caso da obra nova a desagregação dos trabalhos de construção é feita por artes e o artigo está ao nível dos sistemas ou elementos construtivos, enquanto que a

desagregação dos trabalhos de reabilitação é feita por processos / técnicas de reabilitação.

A WBS das Infraestruturas Rodoviárias é composta por 10 capítulos onde a desagregação é feita segundo os critérios das Estradas de Portugal [21]. Na Figura 3.2 podem observar-se as duas WBS acima referidas.

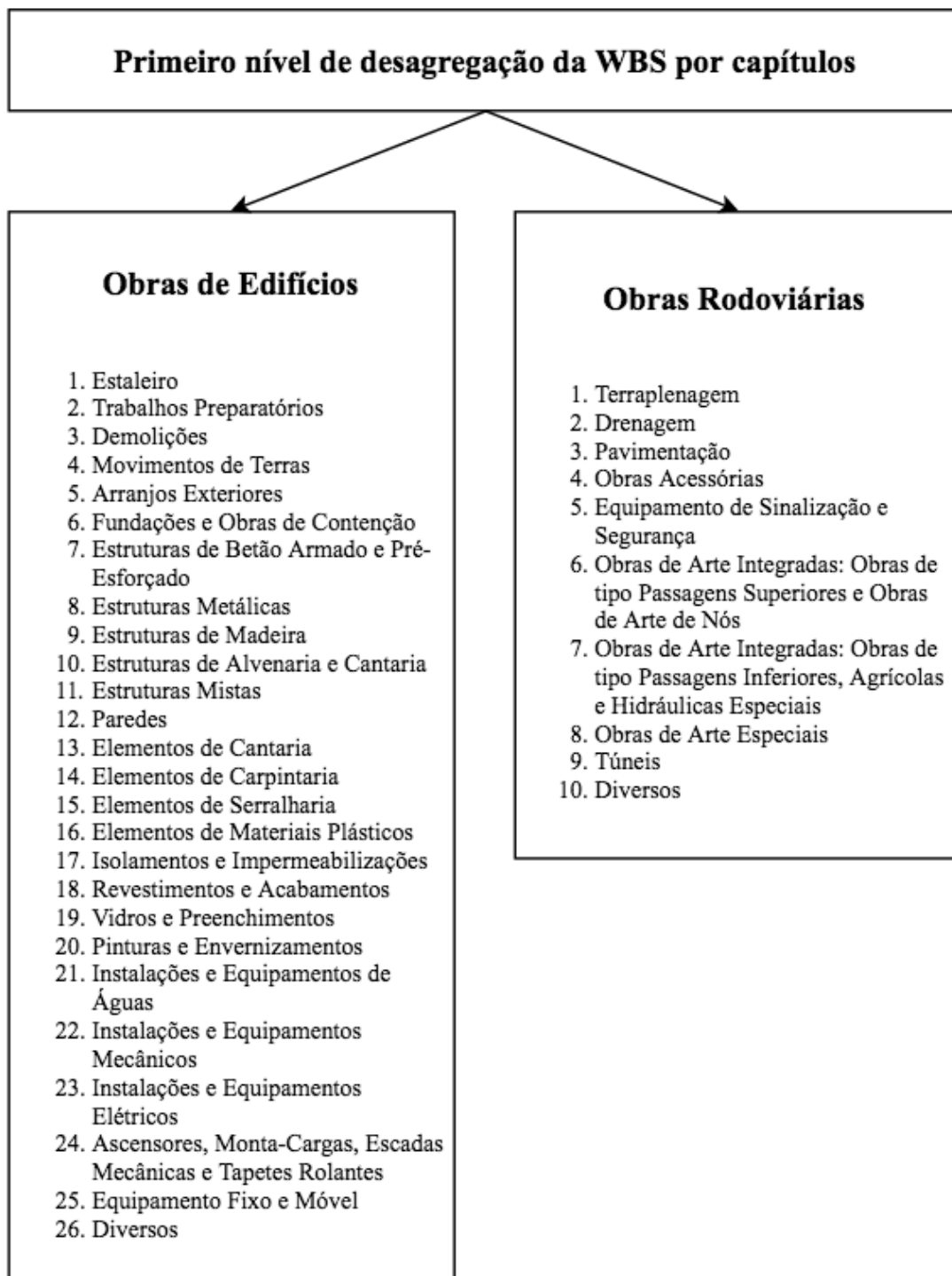


Figura 3.3: WBS para edifícios em geral e para infraestruturas rodoviárias[6]

#### 3.3.1.1.2 Descrição dos Trabalhos de Construção (Artigos)

A descrição dos trabalhos de construção ou artigos corresponde ao nível mais pormenorizado da WBS. Os artigos são constituídos por textos genéricos fixados à partida com opções de preenchimento parametrizadas, ficando a definição da descrição detalhada do artigo a cargo do projetista que recorre a escolhas pré-definidas ou à edição de campos livres que podem, ou não, ser de preenchimento obrigatório. Após o preenchimento de todos os parâmetros, aparecerá na descrição detalhada de cada artigo um texto completo do trabalho de construção, onde as opções de preenchimento resultantes das escolhas pré-definidas no ProNIC aparecem sublinhadas, as opções editadas pelo projetista aparecem com texto itálico e o restante corresponde ao texto genérico do artigo [22].

Descrição	Execução da camada de sub-balastro com \$1 [m] de espessura em
Fichas	material \$2 e \$3 [m] em material \$4, incluindo fornecimento e transporte
Materiais	dos materiais, carga, descarga e colocação no local de aplicação e todos
	os trabalhos necessários à sua execução, de acordo com as condições
	especificadas no caderno de encargos.
Artigos	Sub-Artigos

Figura 3.4 : Exemplo de um artigo com parâmetros por preencher

Descrição	Execução da camada de sub-balastro com 0,15 [m] de espessura em material <u>calcário</u> e 0,15 [m] em material <u>granítico</u> , incluindo
Fichas	fornecimento e transporte dos materiais, carga, descarga e colocação no local de aplicação e todos os trabalhos necessários à sua
Materiais	execução, de acordo com as condições especificadas no caderno de encargos.
Artigos	Sub-Artigos

Figura 3.5 : Exemplo de um artigo com parâmetros preenchidos

#### 3.3.1.1.3 Especificações Técnicas

As especificações técnicas são peças escritas que esclarecem os conteúdos do projeto e são compostas por informações gerais e especiais relacionadas com o mesmo. As condições técnicas gerais estão relacionadas com as normas e as boas práticas para realização dos trabalhos ou com a entrega dos materiais. As condições técnicas especiais são diferentes de projeto para projeto e são realizadas pelos projetistas em cada projeto. As condições técnicas gerais podem e devem ser organizadas de acordo com o tipo de construção e as obras a serem realizadas.

O ProNIC apresenta na sua plataforma especificações gerais que incluem a informação padrão e requisitos de boas práticas para cada obra e material. Esta informação surge em forma de FET e FMAT. Estas fichas são geradas automaticamente em função dos artigos escolhidos para a obra e apresentam uma estrutura de organização comum a cada FET ou cada FMAT, descrevendo pressupostos de carácter técnico, referências normativas, disposições de segurança e elementos sobre a manutenção e utilização [23]. Na Figura 3.6 apresentam-se os conteúdos técnicos que as fichas contêm.

<b>FET - Fichas de Execução de Trabalho</b>	<b>FMAT - Fichas de Materiais</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definição do Trabalho</li> <li>• Materias</li> <li>• Trabalhos Preparatórios</li> <li>• Processo/Modelos de Execução</li> <li>• Controlo e Aceitação</li> <li>• Ensaaios</li> <li>• Referências Técnicas e Normativas</li> <li>• Critérios de Medição</li> <li>• Riscos Associados</li> <li>• Outras Disposições</li> <li>• Manutenção</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definição do Material</li> <li>• Domínio de Aplicação</li> <li>• Composição</li> <li>• Características e Propriedades</li> <li>• Aplicação</li> <li>• Referências Técnicas e Normativas</li> <li>• Marcas de Qualidades e Certificações</li> <li>• Processo de fabrico</li> <li>• Embalagem, Armazenamento e Conservação</li> <li>• Riscos e Segurança</li> <li>• Ensaaios</li> <li>• Restrições e condições de não aplicação</li> <li>• Outras disposições</li> </ul>

Figura 3.6 : Conteúdos técnicos das FET e FMAT

#### 3.3.1.1.4 Cenários de Custos

Cada trabalho de construção está associado aos diferentes parâmetros a serem definidos, podendo estes influenciar o custo do trabalho. Neste sentido, gera-se uma combinação de possibilidades de cada trabalho, o que se traduz numa quantidade considerável de cenários de custos ou preços unitários. Estes representam valores de referência que não têm necessariamente de ser exatos, pretendendo-se sim um valor o mais próximo possível do mercado para poder fornecer uma estimativa orçamental ao projetista. Estes cenários de custos são baseados em rendimentos dos materiais, equipamentos e mão-de-obra utilizados nos trabalhos de construção.

#### 3.3.1.1.5 Indicadores

A indústria da construção regista uma ausência geral de valores referência em relação a diferentes níveis de construção. O ProNIC integra alguns valores de referência ou preços unitários de obras de construção desenvolvidos pelo LNEC. No entanto, estes valores não cobrem todas as possíveis obras do ambiente construído[23].



Utilizando o modo de trabalho *online* do ProNIC é possível fazer a atualização de valores utilizados em diferentes obras e projetos. Com os valores atualizados e recorrendo a um processo estatístico torna-se possível também obter valores indicativos para trabalhos, de acordo com as opções, o tipo de construção, a relevância do trabalho para a obra, a região onde o trabalho é realizado, entre outros. É ainda possível obter indicadores de alto nível para grupos de trabalho, capítulos, especialidades, entidades de construção e valores por metro quadrado[24]. Na Figura 3.7 observa-se um exemplo de geração de indicadores gerais da obra utilizando o ProNIC.

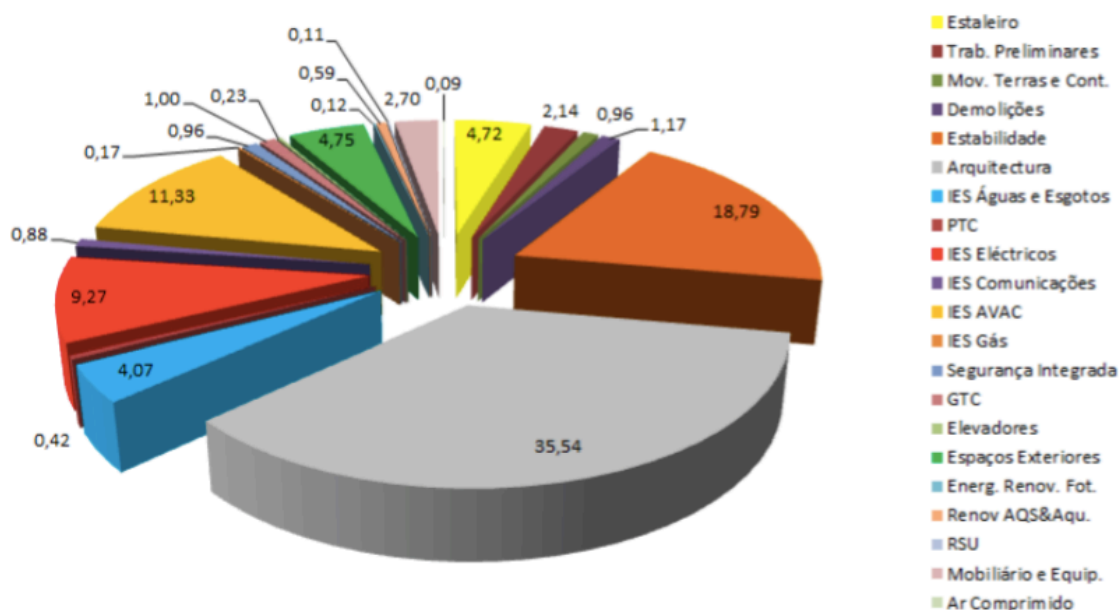


Figura 3.7 : Exemplo de informações recolhidas a partir de diferentes projetos[23]

O conceito de Unidades de Construção (UC) foi introduzido na ISO 12006-2 [25], que é uma norma vocacionada para a estruturação e classificação da informação, a qual define que uma UC constitui a unidade básica da envolvente, reconhecida fisicamente como independente, embora uma série de UC's possam ser construídas como parte de um complexo construtivo. O referido conceito tem como objetivo identificar as partes constituintes de um projeto e proceder à sua divisão. A fragmentação pode ser feita recorrendo a fatores como, divisão física, constituição, organização da construção, operação, manutenção e divisão de custos. A mesma deve ser efetuada pelo Dono de Obra ou pelos projetistas nas fases iniciais do processo construtivo, por forma a satisfazer todas as necessidades e exigências nas fases futuras de construção e exploração[26].

As obras podem envolver um único objeto, vários objetos ou, em situações de infraestruturas, partes do objeto. Uma escola pode assumir uma unidade como edifício

único ou um conjunto de edifícios que fazem parte do complexo construtivo. Pode assumir-se que uma UC corresponde a um nível de maior detalhe da obra. Pode-se observar na Figura 3.8 uma proposta da divisão em UC de uma obra de edifícios e de uma obra de infraestruturas rodoviárias.

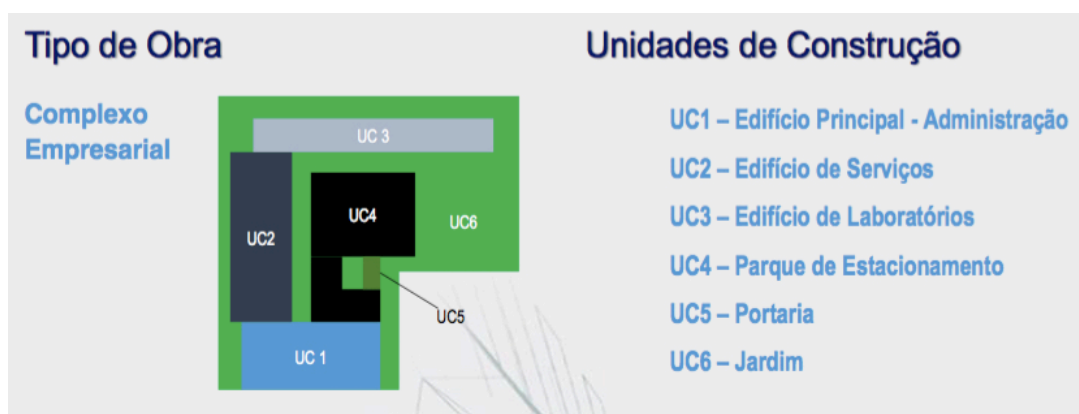


Figura 3.8 : Divisão de uma obra de Edifícios em UC [21]

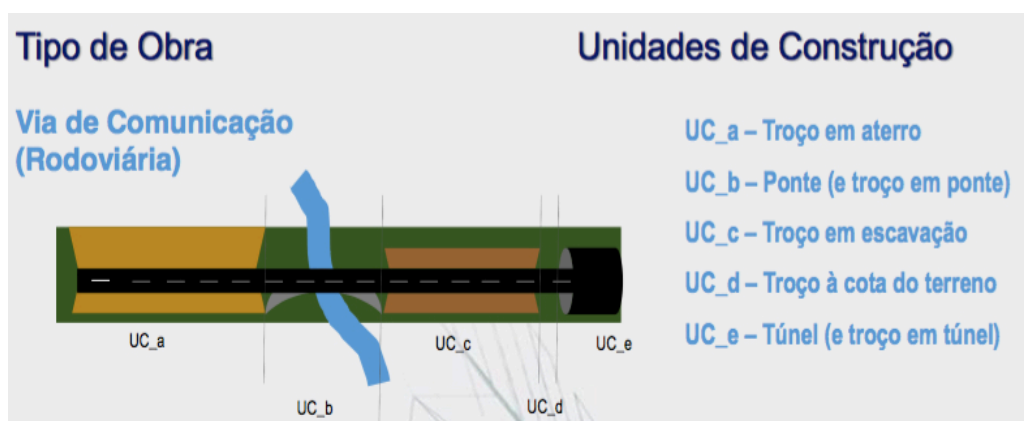


Figura 3.9 : Divisão de uma Infraestrutura Rodoviária em UC [21]

Na Figura 3.10 apresenta-se um resumo dos elementos de informação, intervenientes e *outputs* do ProNIC.

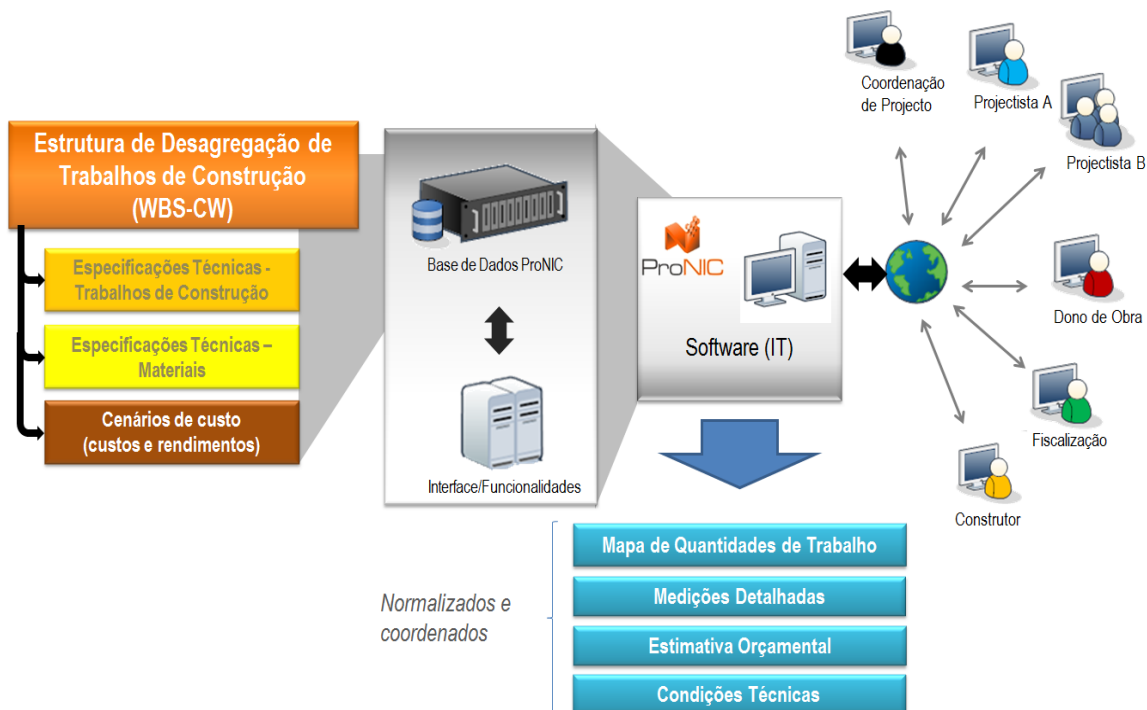


Figura 3.10: Resumo dos elementos de informação, intervenientes e *outputs* do ProNIC[3]

### 3.4 Considerações Finais

Face ao exposto é possível concluir que o ProNIC apresenta potencialidades que vão de encontro às novas exigências e enquadramentos legais e que para além disso, apresenta uma intervenção transversal nos múltiplos domínios do processo construtivo, proporcionando a resolução de algumas debilidades identificadas na construção portuguesa e já enunciadas. Das várias vantagens do ProNIC, podem-se destacar as seguintes:

- i. Referencial técnico normalizado e codificado para a construção nacional;
- ii. Visão transversal de todo o processo construtivo, integrando as disposições do CCP e portarias associadas;
- iii. Contributo para a revisão do projeto;
- iv. Monitorização do setor e auxílio na definição de políticas públicas de investimento;
- v. Melhoria dos aspetos relacionados com a contratação;
- vi. Gestão da Obra mais eficiente.

De seguida será apresentado o trabalho desenvolvido para melhorar a área da infraestrutura ferroviária e a integração no ProNIC, apresentado também um caso de estudo de uma construção ferroviária nacional recente.



## **4 Aplicação da Metodologia ProNIC a Infraestrutura Ferroviária**

### **4.1 Considerações Iniciais**

Atualmente o ProNIC encontra-se muito pouco ou quase nada desenvolvido em termos de Obras Ferroviárias. O tema foi objeto de estudo de uma dissertação de mestrado desenvolvida na Universidade do Porto na qual a autora, Raquel Cardoso Campos[6], pretendia estudar a aplicabilidade do ProNIC em obras ferroviárias e analisar as especialidades deste tipo de obra com o objetivo final de criar uma Estrutura de Desagregação de Trabalhos (WBS) normalizada capaz de ser inserida e utilizada na plataforma[6].

A WBS proposta teve em vista uma divisão lógica baseada no estudo da informação do Mapas de Quantidades de Trabalhos (MQT) da empreitada de construção civil da Variante da Trofa. Este modelo proposto, para além de ser um referencial possível de aplicar em qualquer tipo de obra ferroviária a inserir no ProNIC, tem a vantagem de poder ser manipulado e adequado a eventuais particularidades de cada obra.

Foram elaboradas também algumas descrições de trabalhos, uma ficha de execução de trabalhos e uma ficha de materiais para trabalhos específicos da via férrea e de catenária.

### **4.2 Estrutura de Desagregação de Trabalhos (WBS)**

Com o objetivo da elaboração da Estrutura de Desagregação de Trabalhos (WBS) para obras ferroviárias, procedeu-se primeiramente à organização do caso de estudo que será apresentado em seguida segundo os modelos de organização propostos.

Após organizado o caso de estudo, efetuou-se uma intensa análise da WBS existente no ProNIC para edifícios e obras rodoviárias e da WBS proposta pela Campos[6] com o intuito de identificar quais os trabalhos existentes na empreitada que já se encontram normalizados na base de dados do ProNIC.

Após analisados vários casos de estudo sob diversos pontos de vista, foi então possível elaborar uma nova proposta para uma WBS completa normalizada que engloba: i) os capítulos já existentes no ProNIC; ii) os capítulos propostos pela Campos[6] e iii) os capítulos propostos no presente trabalho, ou seja, uma nova WBS normalizada que é capaz de ser utilizada em qualquer obra ferroviária.

De uma forma resumida torna-se possível afirmar que na criação da WBS se tiveram em consideração os seguintes aspetos:

- i. A WBS existente para edifícios e obras rodoviárias;
- ii. A WBS proposta pela Campos[6];
- iii. A estrutura de desagregação dos trabalhos do MQT, de acordo com o ProNIC;
- iv. Tipificação dos trabalhos (consideração de outros tipos de materiais e processos construtivos diferentes dos utilizados no caso de estudo).

No Quadro 4.1 pode-se observar a proposta da WBS para obra ferroviária que se esquematiza no Anexo II.

Artigo	Descrição	
<b>1</b>	<b>Terraplenagem</b>	●
1.1	Trabalhos Preparatórios	●
1.1.1	Demolição e levantamento de elementos da infraestrutura ferroviária	●
1.1.1.1	Levantamento da via	●
1.1.1.1.1	Carris	●
1.1.1.1.2	Travessas	●
1.1.1.1.3	Balastro	●
1.1.1.2	Levantamento AMV	●
1.1.1.3	Remoção Catenária	●
1.1.2	Desmatação	●
1.1.3	Demolição de construções	●
1.1.4	Demolição de muros	●
1.1.5	Decapagem	●
1.2	Escavação	●
1.2.1	Escavação em linha	●
1.2.2	Transporte de terras - colocação em aterro	●
1.2.3	Transporte de terras - colocação em aterro licenciado	●
1.2.4	Escavação de solos a rejeitar	●
1.2.5	Regularização	●
1.3	Aterro	●
1.3.1	Aterro com solos provenientes de reutilização	●
1.3.2	Aterro com solos provenientes de mancha de empréstimo	●
1.4	Trabalhos Complementares	●

1.4.1	Mascara drenante	●
1.4.2	Esporões drenantes	●
1.4.3	Drenos sub-horizontais em taludes	●
1.5	Blocos Técnicos	●
1.5.1	Blocos Técnicos Tipo I	●
1.5.2	Blocos Técnicos Tipo II	●
1.6	Outros Trabalhos	●
<b>2</b>	<b>Drenagem</b>	●
2.1	Trabalhos para garantia de continuidade do sistemas de águas superficiais	●
2.2	Passagens Hidráulicas	●
2.3	Bocas de Passagens Hidráulicas	●
2.4	Órgãos de Drenagem Longitudinal	●
2.5	Órgãos Complementares de Drenagem	●
2.6	Trabalhos Acessórios do Sistema de Drenagem	●
2.7	Outros Trabalhos	●
<b>3</b>	<b>Via-férrea</b>	●
3.1	Infraestrutura da Via-férrea	●
3.1.1	Camada de Coroamento	●
3.1.2	Camada de sub-balastro	●
3.2	Superestrutura da Via-férrea	●
3.2.1	Balastragem da Via	●
3.2.2	Assentamento da Via	●
3.2.3	Aparelhos de Via	●
3.2.4	Ligação de Carris	●
3.2.5	Ataque e Regularização da Via	●
3.2.6	Esmerilagem	●
3.2.7	Instalações de Equipamentos da Via	●
<b>4</b>	<b>Instalações Fixas de Tração elétrica</b>	●
4.1	Catenária	●
4.2	Equipamento de Tração	●
<b>5</b>	<b>Obras Acessórias</b>	●
5.1	Integração Paisagísticas e Medidas Minimizadoras	●
5.2	Vedações Físicas e Caminhos Paralelos	●
5.3	Obras de Contenção	●
5.4	Instalação/Reposição de Serviços	●

5.5	Outros Trabalhos	●
<b>6</b>	<b>Telecomunicações</b>	●
<b>7</b>	<b>Equipamento de Sinalização e Segurança</b>	●
7.1	Equipamentos de Sinalização Rodoviária	●
7.2	Equipamentos de Sinalização Ferroviária	●
<b>8</b>	<b>Obras de Arte Integradas</b>	●
8.1	Passagens Superiores	●
8.2	Passagens Inferiores	●
<b>9</b>	<b>Obras de Arte Especiais</b>	●
9.1	Viadutos	●
<b>10</b>	<b>Túneis</b>	●
<b>11</b>	<b>Diversos</b>	●
11.1	Estaleiro	●

Quadro 4.1: Proposta WBS para obra ferroviária

- – Proposta deste estudo
- – Proposta inicial, Campos[6]
- – Existente na base de dados do ProNIC

Na nova proposta da WBS normalizada, foi inserido no capítulo 1 – “Terraplenagem” apenas trabalhos relativos aos Blocos Técnicos, visto que os restantes já se encontravam inseridos na base de dados do ProNIC.

No capítulo 2 – “Drenagem” não foram considerados novos trabalhos, apenas validou-se a aplicabilidade dos trabalhos já existentes no ProNIC em obras ferroviárias. O capítulo 3 – “Via-férrea” foi dividido em dois subcapítulos, infraestrutura da via-férrea e superestrutura da via-férrea. Na infraestrutura da via férrea considerou-se dois novos trabalhos, a execução da camada de coroamento e a execução da camada de sub-balastro. Quanto à superestrutura adotaram-se os trabalhos propostos pela Campos[6] assim como foi feito também no capítulo 4 – “Instalações Fixas de Tração elétrica”.

Os trabalhos que contemplam o capítulo 5 – “Obras Acessórias” já se encontram inseridos na base de dados do ProNIC.

O capítulo 6 – “Telecomunicações” e o capítulo 7 – “Equipamentos de Sinalização Rodoviária” foram capítulos propostos pela Campos[6] e que foram também validados no presente trabalho.

No capítulo 8 – “Obras de Arte Integradas” procedeu-se apenas a subdivisão do mesmo em Passagens Superiores e Passagens Inferiores.



Os restantes capítulos propostos apresentam os seus trabalhos já normalizados na plataforma ProNIC.

### 4.3 Artigos

Como mencionado na seção 3.3.1.1.2, os artigos correspondem ao nível mais detalhado da WBS e são compostos por descrições genéricas dos trabalhos, parâmetros e unidades de medição.

Tendo em conta que o presente estudo incide maioritariamente na infraestrutura da via-férrea, foram efetuadas descrições de trabalhos e elaboração dos parâmetros que se enquadram na mesma.

Foram desenvolvidos artigos para a execução dos blocos técnicos, a execução da camada de coroamento e a execução da camada de sub-balastro, que podem ser observados nos Quadros 4.2, 4.3, 4.4, 4.5.

1.5.1.Blocos Técnicos Tipo I		
Texto Artigo	Campo de Seleção	Unidade de medição
Execução do Bloco Técnico junto a obras de arte com uma cunha constituída por uma mistura de agregado e \$1 de cimento, uma altura de \$2 e um comprimento de \$3, e uma cunha com camadas de agregado britado de granulometria extensa de origem \$4, com um comprimento de \$5, incluindo fornecimento e transporte dos materiais, carga, descarga e colocação no local de aplicação e todos os trabalhos necessários à sua execução com base nos desenhos, nas condições especificadas no caderno de encargos.	<b>\$1»</b> Especificar percentagem de cimento; <b>\$2»</b> Especificar altura das cunhas; <b>\$3»</b> Especificar comprimento da cunha de cimento; <b>\$4»</b> Especificar origem do agregado; <b>\$5»</b> Especificar comprimento da cunha de agregado;	un

Quadro 4.2: Artigo Blocos Técnicos Tipo I

<b>1.5.2.Blocos Técnicos Tipo II</b>		
Texto Artigo	Campo de Seleção	Unidade de medição
Execução do Bloco Técnico junto a pequenas estruturas enterradas com uma cunha constituída por uma mistura de agregado e \$1 de cimento, uma altura de \$2 e um comprimento de \$3, e uma cunha com camadas de agregado britado de granulometria extensa de origem \$4, com um comprimento de \$5, incluindo fornecimento e transporte dos materiais, carga, descarga e colocação no local de aplicação e todos os trabalhos necessários à sua execução com base nos desenhos, nas condições especificadas no caderno de encargos.	<b>\$1»</b> Especificar percentagem de cimento; <b>\$2»</b> Especificar altura das cunhas; <b>\$3»</b> Especificar comprimento da cunha de cimento; <b>\$4»</b> Especificar origem do agregado; <b>\$5»</b> Especificar comprimento da cunha de agregado;	un

Quadro 4.3: Artigo Blocos Técnicos Tipo II

<b>3.1.1.Camada de Coroamento</b>		
Texto Artigo	Campo de Seleção	Unidade de medição
Execução da camada de coroamento com \$1 [m] de espessura em material calcário, incluindo fornecimento e transporte dos materiais, carga, descarga e colocação no local de aplicação e todos os trabalhos necessários à sua execução, de acordo com as condições especificadas no caderno de encargos.	<b>\$1»</b> Especificar espessura;	m <sup>3</sup>

Quadro 4.4: Artigo Camada de Coroamento

<b>3.1.2.Camada de Sub-balastro</b>		
Texto Artigo	Campo de Seleção	Unidade de medição
Execução da camada de sub-balastro com \$1 [m] de espessura em material \$2 e \$3 [m] em material \$4, incluindo fornecimento e transporte dos materiais, carga, descarga e colocação no local de aplicação e todos os trabalhos necessários à sua execução, de acordo com as condições especificadas no caderno de encargos.	<b>\$1»</b> 1- 0.05, 2- 0.12, 3- 0.15, 4- 0.18; 5- 0.25 ; <b>\$2»</b> 1-granítico, 2-calcário, 3-betuminoso; <b>\$3»</b> 1- 0.05, 2- 0.12, 3- 0.15, 4- 0.25 ; <b>\$4»</b> 1-granítico, 2-calcário, 3-betuminoso;	m <sup>3</sup>

Quadro 4.5: Artigo Camada de Sub-balastro

Nos artigos propostos, para além das características dos materiais, foi também importante considerar as diversas atividades que compõem o trabalho, como por exemplo, fornecimento e transporte dos materiais, carga, descarga e colocação no local de aplicação e todos os trabalhos necessários à sua execução, de acordo com as condições especificadas no caderno de encargos.

Para a elaboração dos artigos foi indispensável a consulta de alguns regulamentos e documentação normativa disponibilizada pela REFER (atualmente IP) e pelo IPQ de modo a obter-se descrições e parâmetros normalizados. Por exemplo, para o artigo da execução da camada de sub-balastro foi considerada como referência base a Instrução Técnica da REFER, IT.GEO.006 – “Caraterísticas técnicas do sub-balastro”.

#### **4.4 Fichas de Execução de Trabalhos (FET) e Fichas de Materiais (FMAT)**

Na seção 3.3.1.1.3 refere-se que as fichas de execução de trabalhos (FET) e as fichas de materiais (FMAT) dão origem ao Caderno de Encargos (CE), sendo este gerado automaticamente em função dos artigos escolhidos para a obra. O referido CE gerado apresenta uma estrutura de organização comum a cada FET ou a cada FMAT, tendo incorporada informação técnica relativa a boas regras de construção, regulamentos e normas.

No presente trabalho foram desenvolvidas três FET: i) uma para execução dos blocos técnicos; ii) uma para execução da camada de coroamento; e iii) uma para execução da camada de sub-balastro.

Relativamente às FMAT foram elaboradas duas: i) uma para o agregado para trabalhos ferroviários e ii) outra para agregados para camada de sub-balastro. Para além das duas FMAT criadas, foi revista a FMAT da água e a FMAT do cimento, que já se encontravam na base de dados do ProNIC. Esta revisão foi efetuada com o intuito de incorporar as mesmas nos trabalhos ferroviários.

As fichas de trabalhos foram associadas aos artigos correspondentes:

• 1002.14.1 : Blocos Técnicos Tipo I	Foi associada a FET- Blocos Técnicos (Ferrovias)
• 1002.14.2 : Blocos Técnicos Tipo II	--
• 1002.15.1 : Camada de coroamento	Foi associada a FET- Camada de Coroamento (Ferrovias)
• 1002.15.2 : Camada de sub-balastro	Foi associada a FET- Camada de sub-balastro (Ferrovias)

Figura 4.1: FET associadas aos artigos correspondentes

As fichas de materiais foram associadas aos materiais correspondentes:

• 1002.14.1 : Blocos Técnicos Tipo I	<div>Foi associada ao material a ficha FMAT - Agregado para trabalhos ferroviários</div> MAT - Agregado para trabalhos ferroviários
• 1002.14.2 : Blocos Técnicos Tipo II	<div>Foi associada ao material a ficha FMAT - Agregado para trabalhos ferroviários</div> MAT - Agregado para trabalhos ferroviários
• 1002.15.1 : Camada de coroamento	<div>Foi associada ao material a ficha FMAT - Agregado para trabalhos ferroviários</div> MAT - Agregado para trabalhos ferroviários
• 1002.15.2 : Camada de sub-balastro	<div>Foi associada ao material a ficha FMAT - Agregado para sub-balastro (Via férrea)</div> MAT - Agregado para sub-balastro (Via férrea)

Figura 4.2: FMAT associadas aos artigos correspondentes

Para elaboração das FET e das FMAT que são apresentadas no Anexo III, recorreu-se as condições técnicas do CE do caso de estudo da Variante de Alcácer que será apresentado no capítulo seguinte e aos regulamentos e documentação normativa disponibilizada pela REFER e pelo IPQ.

## 4.5 Considerações Finais

Depois de criada a WBS normalizada para a obra ferroviária, as descrições dos trabalhos, as FET e as FMAT procedeu-se à implementação dos mesmos na plataforma. Neste sentido foi necessário formatá-los de acordo com os pressupostos estabelecidos pelo ProNIC.

Pode-se observar na Figura 4.3 a proposta da WBS normalizada inserida no ProNIC. Na Figura 4.4 apresenta-se a descrição da execução da camada de sub-balastro inserida no ProNIC. Um exemplo das opções de preenchimento dos parâmetros no ProNIC observa-se na Figura 4.5 e na Figura 4.6 podemos verificar a lista dos materiais que estão associados aos Bloco Técnicos.

Classificação

Prototipo Ferrov.

Filtrar

Artigo de Obra

Artigos Gerais

1	Terraplenagem
2	Drenagem
3	Via-Férrea
4	Instalações Fixas de Tração Elétrica
5	Obras Acessórias
6	Telecomunicações
7	Equipamento de Sinalização e Segurança
8	Obras de Arte Integradas
9	Obras de Arte Especiais
10	Túneis
11	Diversos

Figura 4.3: WBS proposta inserida no ProNIC

Descrição	Execução da camada de sub-balastro com 0,15 [m] de espessura em material calcário e 0,15 [m] em material granítico, incluindo fornecimento e transporte dos materiais, carga, descarga e colocação no local de aplicação e todos os trabalhos necessários à sua execução, de acordo com as condições especificadas no caderno de encargos.
Fichas	
Artigos	Sub-Artigos

Figura 4.4: Descrição da execução da camada de sub-balastro inserida no ProNIC

Opções de preenchimento

\$1

\$2

\$3

\$4

espessura da primeira camada

☐ 0,05
☐ 0,12
☒ 0,15
☐ 0,18
☐ 0,25

Editar

➔

Figura 4.5: Opções de preenchimento dos parâmetros no ProNIC

Lista de Materiais

Sair

Ajuda

Descrição

Blocos Técnicos Tipo I

+

 Inserir

—

 Apagar

✓

 Gravar

✕

 Cancelar

⬆

⬇

MAT - Cimento

MAT - Água

MAT - Agregado para trabalhos ferroviários

Figura 4.6: FMAT associadas aos Blocos Técnicos no ProNIC

## 5 Caso de Estudo de uma construção de uma via ferroviária balastrada

### 5.1 Considerações Iniciais

No presente capítulo será apresentado e analisado o caso de estudo da construção de uma via ferroviária balastrada com cerca de 30 km, nomeadamente da Variante de Alcácer. Como já foi referido anteriormente o estudo foca-se na parte da obra referente a infraestrutura da via-férrea, mas será feita uma análise global da empreitada por forma a organizar os seus elementos em “Modelos de Obra” segundo a perspetiva das unidades de construção e das especialidades de projeto.

### 5.2 Apresentação Caso de Estudo

O caso de estudo escolhido foi a mais recente construção de uma via-ferroviária nova em Portugal, nomeadamente a Empreitada da Variante Alcácer, entre a Estação do Pinheiro e o km 94 da Linha do Sul. Pode-se observar na Figura 5.1 o traçado da nova via a tracejado e perceber que o projeto se localiza geograficamente na região do Alentejo Litoral, no distrito de Setúbal e nos concelhos de Alcácer do Sal e de Grândola. O traçado de via estabelece uma variante entre os km 59+000 e 94+500 da Linha do Sul com 29 km de extensão, sensivelmente entre a saída da Estação do Pinheiro e o limite Sul do ramal das areias da Somincor ao km 94 da linha do Sul. A Variante permitiu uma redução de extensão de cerca de 6,5 km relativamente ao traçado anterior [27].



Figura 5.1: Localização geográfica da Variante Alcácer [28]

### 5.2.1 Considerações e Abrangência da Proposta

A Variante de Alcácer foi concebida com os objetivos de [28]:

- i. Melhorar as condições de transporte ferroviário de passageiros e de mercadorias em termos de acessibilidade, segurança, conforto e velocidade, aumentando a sua capacidade concorrencial com o transporte rodoviário;
- ii. Criar uma linha de comboios rápidos, em variante, e outra para comboios lentos, a atual, a manter em serviço, eletrificada, aumentando assim a capacidade de exploração deste troço da linha do Sul;
- iii. Ganhar tempo de percurso de cerca de 10 minutos relativamente ao traçado anterior;
- iv. Possibilitar a circulação a uma velocidade entre 190 km/h e 220 km/h numa extensão superior a 100 km;
- v. Evitar impactes em termos de emissões atmosféricas e sonoras, uma vez que o material circulante é de tração elétrica;
- vi. Executar obras sem interferência com a via existente em exploração;
- vii. Diminuir os custos de manutenção da via durante a vida útil da obra.

A escolha da diretriz foi definida com base nas seguintes condicionantes [28]:

- i. Saída a Sul da estação do Pinheiro;
- ii. Localização dos novos atravessamentos da baixa aluvionar de Monte Novo e do rio Sado de modo a definir-se um perfil longitudinal adequado;
- iii. Localização do novo atravessamento do Rio Sado adequando-o às condicionantes ambientais;
- iv. Minimização da movimentação de terras;
- v. Minimização do “viés” das obras de arte a construir no cruzamento da EN 253 e da EN 120 (IC1) e sobre a linha-férrea existente;
- vi. Aproveitamento dos troços em recta existentes a Norte da Estação de Grândola e minimização de eventuais interferências com a zona de exploração de areias da Somincor.

A escolha do caso de estudo baseou-se no fato de a obra ser a única executada recentemente e de englobar a construção de diversas infraestruturas, das quais se destacam as seguintes [28], [29]:

- i. Uma via-férrea balastrada e eletrificada, com uma extensão de 29 km, ligando o lado sul do Pinheiro ao km 94 da Linha do Sul e dotada de carril 60E1,



travessas de monobloco de betão polivalentes, com espaçamento de 0,6m e fixação do tipo Vossloh. A via está projetada para com uma carga máxima por eixo de 25 toneladas;

- ii. Uma ponte sobre o rio Sado e respetivos viadutos de acesso, totalizando uma extensão de cerca de 2 735m entre o PK 8+530 e o PK 11+265;
- iii. A Ponte sobre o Rio Sado é composta por três tramos contínuos, com vãos de 160 metros, sendo a superestrutura (arcos + tabuleiro) integralmente metálica e a plataforma em laje de betão armado. Os Viadutos de acesso, dos lados Norte e Sul, são mistos, constituídos por 2 vigas metálicas de alma cheia sobre as quais assenta a laje de betão armado, tendo desenvolvimentos de 1114,75m e 1140m, respetivamente, e com um total de 26 tramos no viaduto Norte e 27 tramos no viaduto Sul, com vãos de 37,5m e 45m;
- iv. Um viaduto, com cerca de 870 m de extensão, sobre a ribeira de S. Martinho, entre o PK 5+142 e o PK 5+994;
- v. Trata-se de um viaduto de betão armado pré-esforçado, em que a superestrutura é dividida em 7 troços de tabuleiro independentes, com um desenvolvimento de 113,6 m cada, e um último troço do lado Sul com 56,8 m. Cada troço de tabuleiro é constituído por 4 tramos contínuos com vãos de 28,4m, tendo o último troço apenas dois vãos com o mesmo comprimento;
- vi. Um viaduto, com cerca de 271 m de extensão, sobre a ribeira de Água Cova, que se desenvolve entre o PK 16+352 e o PK 16+623;
- vii. O viaduto é dividido em três tabuleiros iguais, em betão armado pré-esforçado, cada um com 89 metros de comprimento entre eixos de carlingas, separados entre si por juntas de dilatação, resultando numa sequência de 89+2+89+2+89. O comprimento de cada troço reparte-se por três vãos intermédios com 19 m e dois vãos extremos com 16 m cada;
- viii. Um viaduto, com cerca de 52 m de extensão, sobre a EN120 (IC1), que se desenvolve entre o PK 26+378 e o PK 26+430;
- ix. Consiste num viaduto em betão armado pré-esforçado, sendo constituído por três vãos: um central de 22 metros e dois vãos laterais de 15 metros;
- x. Quinze passagens desniveladas e respetivos restabelecimentos, divididas em 8 passagens inferiores e 7 passagens superiores. As passagens inferiores são constituídas por um quadro laminar fechado, em betão armado, com 5 metros de vão livre. As passagens superiores, também elas em betão armado, são constituídas por 3 ou 4 vãos, consoante o caso, em função dos condicionamentos existentes;
- xi. Instalação de sistemas de sinalização e comunicação;

- xii. Um caminho paralelo adjacente à via-férrea;
- xiii. Vedação da infraestrutura ferroviária em toda a sua extensão.

O processo do concurso da empreitada encontrava-se organizado em 15 Volumes como se observa no Quadro 5.1.

<b>Volume</b>	<b>Especialidade</b>
00	Descrição Geral do Projeto
01	Cartografia, Topografia e Batimetria
02	Cadastro de Redes de Infraestruturas Existentes
03	Geologia e Geotecnia
04	Via Férrea
05	Terraplenagem e Drenagem
06	Restabelecimentos e Caminhos Paralelos
07	Obras Acessórias e Complementares
08	Atravessamento do Rio Sado
09	Obras de Arte Especiais
10	Obras de Arte Corrente
11	Instalações Fixas de Tração Elétrica
12	Vedações
13	Projeto de Integração Paisagística
14	Projeto de Expropriações – Levantamento Cadastral

Quadro 5.1: Organização da empreitada por especialidade[28]

Como referido anteriormente, o presente estudo focou-se maioritariamente na infraestrutura da via-férrea, tendo sido feita apenas uma análise profunda ao Volume 5 – Terraplenagem e Drenagem, que corresponde ao volume onde se encontra inserido o capítulo da infraestrutura da via-férrea. O referido volume engloba Memória descritiva e justificativa, condições técnicas, MQT, definição de preços unitários, medições detalhadas e peças desenhadas. Das peças escritas acima referidas, o MQT foi o elemento essencial para criação da proposta da WBS para obra ferroviária, visto que no mesmo são apresentados todos os trabalhos da obra.

No Quadro 5.2 podemos observar a Estrutura de Desagregação de Trabalhos do MQT da Variante de Alcácer, que como foi acima referido, foi a peça chave para elaboração da WBS apresentada no capítulo 4.

<b>Artigo</b>	<b>Capítulos</b>
<b>1</b>	<b>Terraplenagem e Drenagem</b>
1.1	Terraplenagem
1.2	Drenagem
<b>2</b>	<b>Restabelecimentos e Caminhos Paralelos</b>
2.1	Terraplenagem
2.2	Drenagem
2.3	Pavimentação
2.4	Equipamento de Segurança
<b>3</b>	<b>Obras Acessórias e Complementares</b>
3.1	Passagens Hidráulicas e Fauna
3.2	Estruturas de Proteção
<b>4</b>	<b>Obras de Arte Especiais</b>
4.1	Ponte sobre o Rio Sado
4.2	Viaduto sobre a Ribeira de São Martinho
4.3	Viaduto sobre a Ribeira de Água Cova
4.4	Viaduto sobre a EN120
<b>5</b>	<b>Obras de Arte Correntes</b>
5.1	Passagem Inferior ao Km 1+114
5.2	Passagem Superior ao Km 3+513
5.3	Passagem Inferior ao Km 4+590
5.4	Passagem Inferior Agrícola ao Km 6+463
5.5	Passagem Superior ao Km 7+661
5.6	Passagem Superior ao Km 12+959
5.7	Passagem Inferior Agrícola ao Km 15+671
5.8	Passagem Superior ao Km 16+293
5.9	Passagem Inferior Agrícola ao Km 18+859
5.10	Passagem Superior ao Km 19+333
5.11	Passagem Inferior Agrícola ao Km 22+842
5.12	Passagem Superior ao Km 23+137
5.13	Passagem Inferior Agrícola ao Km 23+889
5.14	Passagem Superior ao Km 25+007
5.15	Passagem Inferior Agrícola ao Km 26+987
<b>6</b>	<b>Instalações Fixas de Tração Elétrica</b>
6.1	Trabalhos Complementares de Construção Civil
6.2	Fornecimento e Montagem de Catenária

<b>7</b>	<b>Caminhos de cabos para os sistemas de sinalização e de telecomunicações</b>
<b>8</b>	<b>Vedações</b>
<b>9</b>	<b>Projeto de Integração Paisagística, Plano de Gestão Ambiental e Programas de Monitorização</b>
9.1	Integração Paisagística
9.2	Programas de Monitorização
<b>10</b>	<b>Estaleiro</b>

Quadro 5.2: Estrutura de desagregação do MQT da Variante de Alcácer[30]

### 5.3 Modelos de Organização

Tendo em conta que tem havido um aumento da complexidade dos projetos, da informação neles presentes e do elevado número de intervenientes nos mesmos, surge a necessidade de haver uma gestão mais eficiente na indústria da construção.

A não existência de uma WBS normalizada para as obras ferroviárias leva a que a elaboração dos MQT seja feita segundo a experiência adquirida pelas várias entidades que os elaboram.

Como já foi referido, a estratégia adotada para criação da WBS normalizada foi, em primeiro lugar, a de organizar os elementos da empreitada em “Modelos de Obra”, segundo a perspetiva das unidades de construção e das especialidades de projeto.

#### 5.3.1 Unidades de Construção

O conceito Unidades de Construção (UC) tem como objetivo identificar as partes constituintes de um projeto e proceder à sua divisão, que pode ser efetuada tendo em conta fatores como: i) divisão física; ii) constituição; iii) organização da construção; iv) operação; v) manutenção e vi) divisão de custos.

Organizar uma obra sob o ponto de vista das suas UC's proporciona um ponto de vista global da obra.

Pode-se observar no Quadro 5.3 o modelo de organização segundo UC proposto.

Unidade de Construção	
UC	Descritivo
1	Variante via
2	Ponte Rio Sado

3	Viadutos
4	Passagens Inferiores
5	Passagens Superiores
6	Pavimentação
7	Sistemas de Sinalização e Comunicação
8	Restabelecimentos e Caminhos Paralelos

Quadro 5.3: Modelo de organização – Unidades de Construção

### 5.3.2 Especialidades

Organizar uma obra segundo as especialidades de projeto permite-nos ter uma noção da diversidade da empreitada, possibilitando que seja feita uma análise da mesma segundo áreas específicas.

Para organizar a obra segundo especialidades teve-se em conta a Portaria 701-H/2008.

O modelo de organização segundo especialidades está apresentado no Quadro 5.4.

Especialidades de Projeto	
EP	Descritivo
1	Geotecnia e Geologia
2	Topografia
3	Movimentos de Terra e Contenções
4	Demolições
5	Arquitetura
6	Drenagem
7	Instalação, equipamentos e sistemas de águas e esgotos
8	Estabilidade
9	Instalações, equipamentos e sistemas de elétricos
10	Instalações, equipamentos e sistemas de AVAC
11	Via férrea
12	Catenária e Energia de tração
13	Instalações, equipamentos e sistemas de comunicações
14	Sinalização
15	Segurança Integrada
16	Ambiente
17	Condicionamento Acústico

Quadro 5.4: Modelos de organização – Especialidades

## 5.4 Considerações Finais

No presente capítulo foi analisado o caso de estudo segundo o modelo da organização da obra, isto é, segundo as Unidades de Construção e as especialidades, que teve uma importância relevante, contribuindo para uma melhor perceção e interpretação da informação.

Foi efetuada também uma análise do Mapas de Quantidades de Trabalhos (MQT) do caso de estudo com o intuito de fazer um levantamento de quais os trabalhos que já se encontram na base de dados do ProNIC e também para contribuir para a criação da nova proposta da Estrutura de Desagregação de Trabalhos (WBS) normalizada para obras ferroviárias.

Após a introdução dos dados foi possível inserir o caso de estudo na plataforma, ou seja, colocar os trabalhos do MQT da Variante de Alcácer no ProNIC, sendo assim possível numa fase posterior obter toda a documentação gerada automaticamente pelo mesmo. Mas não foi possível introduzir todos os trabalhos do caso do estudo na plataforma devido ao facto de nem todos eles constarem na base de dados da mesma.

Pode-se observar no Anexo IV o MQT do caso de estudo retirado do ProNIC.

## **6 Conclusões e Desenvolvimentos Futuros**

### **6.1 Conclusões**

O meio de transporte ferroviário, é usado em Portugal não só no transporte de passageiros, mas também no transporte de mercadorias entre todo o continente Europeu e entre portos marítimos, contribuindo para o crescimento da economia e da exportação.

A importância da construção e renovação das infraestruturas ferroviárias, os investimentos futuros que estão previstos nessa área e as novas exigências dos enquadramentos legais e normativos, fazem com que seja importante a utilização de aplicações como o ProNIC em obras ferroviárias.

A utilização do ProNIC nas obras ferroviárias pode conduzir a uma organização idêntica entre elas, facilitando a comparação de informações, a criação de indicadores, valores estatísticos, de referenciais de comparação e permitindo a geração de informação previsional para tomadas de decisões e permitindo uma melhor gestão e coerência do projeto proporcionando consequentemente uma melhor gestão do tempo, recursos e custos.

O estudo efetuado focou-se nos aspetos relacionados com a infraestrutura da via-férrea visto que a execução das suas camadas constituintes ainda não se encontravam contempladas no ProNIC.

No presente trabalho primeiramente organizou-se uma obra de construção ferroviária nova segundo os modelos de organização, isto é, segundo Unidades de Construção (UC) e especialidades. Foi efetuada também uma análise dos Mapas de Quantidades de Trabalhos (MQT) de algumas obras de infraestruturas ferroviárias segundo a perspectiva de trabalhos por forma efetuar um levantamento de quais os trabalhos já se encontram na base de dados do ProNIC. Depois criou-se uma Estrutura de Desagregação de Trabalhos (WBS) para a obra ferroviária, baseada nos capítulos já existentes no ProNIC, na proposta da WBS efetuada pela Campos[6] e no MQT do caso de estudo.

Quanto aos restantes elementos de informação, desenvolveram-se descrições dos trabalhos e respetivos parâmetros, fichas de execução de trabalhos (FET) e fichas de materiais (FMAT), tudo relacionado com a infraestrutura da via férrea.

Após criados os conteúdos técnicos, os mesmos foram implementados na plataforma e posteriormente foi possível validar a mesma recorrendo ao caso de estudo apresentado no capítulo anterior.

É importante salientar que todos os conteúdos desenvolvidos foram baseados nas normas e regulamentos em vigor a nível nacional e europeu.

Resumidamente os documentos criados no presente estudo foram:

- i. A criação de uma Estrutura de Desagregação de Trabalhos (WBS) que seja aplicável a qualquer tipo de obra ferroviária;
- ii. Um artigo para a execução de Blocos Técnicos Tipo I;
- iii. Um artigo para execução de Blocos Técnicos Tipo II;
- iv. Um artigo para execução da Camada de Coroamento;
- v. Um artigo para execução da Camada de Sub-balastro;
- vi. Uma FET para execução de Blocos Técnicos Tipo I;
- vii. Uma FET para execução da Camada de Coroamento;
- viii. Uma FET para execução da Camada de Sub-balastro;
- ix. Uma FMAT para Agregados para trabalhos ferroviários;
- x. Uma FMAT para Agregados para sub-balastro;
- xi. Revisão de uma FMAT para cimento;
- xii. Revisão de uma FMAT para água.

Após criados todos os conteúdos técnicos procedeu-se à implementação dos mesmos na plataforma e seguidamente inseriu-se os trabalhos do MQT do caso de estudo no ProNIC.

Espera-se que algumas das lacunas já referidas presentes na construção portuguesa sejam colmatadas devido ao fato de o ProNIC possuir uma intervenção transversal em todo processo construtivo.

O trabalho desenvolvido promove a criação de itens padronizados que possam ser implementados a qualquer caso de obra ferroviária, baseando-se nas normas portuguesas e europeias e nos enquadramentos legais em vigor. Desta forma, criou-se um referencial nacional, para integração numa aplicação, que está agregado a todo o tipo de obra pública ferroviária.

É de salientar a importância de dotar a gestão e controlo de obras públicas, com vista a criar uma maior responsabilização e competências dos agentes intervenientes, e uma maior produtividade e qualidade dos resultados obtidos, permitindo acompanhar e validar a qualidade na construção das obras de engenharia em Portugal, e em particular as obras de engenharia ferroviária.



## **6.2 Perspetivas de Desenvolvimentos Futuros**

O estudo efetuado focou-se nos aspetos relacionados com a infraestrutura da via-férrea visto que as execuções das camadas constituintes da mesma ainda não se encontravam contempladas no ProNIC. Assim sendo, é de extrema importância que existam trabalhos futuros que garantam a continuação deste estudo, ou seja, desenvolvam conteúdos relacionados com outras áreas da via-férrea, nomeadamente capítulos que ainda não se encontrem na base de dados do ProNIC.

Neste sentido podem ser padronizados outros trabalhos que garantam a generalização da aplicação do ProNIC a obras ferroviárias, desenvolvendo novos conteúdos técnicos específicos, não só para novas construções, mas também para a manutenção da via.

Referem-se em particular os aspetos relacionados com a área de catenária e da energia de tração que ainda não se encontram desenvolvidos na base de dados do ProNIC, podendo, portanto, os mesmos ser objeto de estudos futuros.

É fundamental também que se promova a utilização da plataforma ProNIC por parte dos Donos de Obra (DO) públicos, tais como as Infraestruturas de Portugal (IP).



## Referências Bibliográficas

- [1] A. S. C. Moreira, “Método de Dimensionamento de Vias-férreas”, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Escola de Engenharia da Universidade do Minho, 2014.
- [2] T. de Contas, “Auditoria a empreendimentos de obras públicas por gestão directa,” pp. 1–63, 2009.
- [3] ProNIC, “Memorando Pronic,” pp. 1–11, 2015.
- [4] Despacho n.º 578/2014, “D.R. n.º 8 (Série II de 2014-01-13). Imprensa Nacional-Casa da Moeda, Lisboa,” vol. 2, pp. 2007–2008, 2014.
- [5] A. Pires de Lima e S. S. Monteiro, “Plano Estratégico dos Transportes e Infraestruturas,” *Horiz. 2014-2020*, 2014.
- [6] R. C. Campos, “Aplicação da Metodologia ProNIC a Obras Ferroviárias- Princípios Gerais e Via-férrea”, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2014.
- [7] E. M. C. Fortunato, “Renovação de Plataformas Ferroviárias: estudos Relativos à Capacidade de Carga”, Dissertação de Doutoramento em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2005.
- [8] C. M. N. A. S. do Vale, “Influência da qualidade dos sistemas ferroviários no comportamento dinâmico e no planeamento da manutenção preventiva de vias de alta velocidade”, Dissertação de Doutoramento em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2010.
- [9] A. F. F. P. de Oliveira, “Via Balastrada versus Via Não Balastrada”, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, ISEL, 2012.
- [10] S. Fontul, “Slides das aulas da disciplina infra-estruturas ferroviárias e portuárias,” Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2015.
- [11] J. A. da S. Fernandes, “Modelação do Comportamento Mecânico de Vias-férreas”, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2011.
- [12] V. C. Ribeiro, “Estudos sobre Métodos não Destrutivos de Caracterização do Comportamento Dinâmico da Via-Férrea com Diversos Tipos de Fundação”, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2015.
- [13] J. N. Alves, “Avaliação de Dimensionamento da Subestrutura Ferroviária de Linhas de Alta Velocidade”, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, 2010.
- [14] REFER, “Características técnicas do sub-balastro,” 2007.
- [15] UIC, “UIC 719R : Earthworks and track bed for railway lines,” no. February. 2008.
- [16] L. M. G. Coelho, “Blocos Técnicos em Infra-Estruturas Ferroviárias Comportamento e Práticas Nacionais e Internacionais Engenharia Civil”, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, 2008.
- [17] A. C. Ribeiro, “Transições Aterro - Estrutura em Linhas Ferroviárias de Alta Velocidade : Análise Experimental e Numérica”, Dissertação de Doutoramento em Engenharia Civil, Faculdade de

- Engenharia da Universidade do Porto, 2012.
- [18] E. Fortunato, A. Paixão, R. Calçada, and J. C. Clemente, “Comportamento Estrutural de Zonas de Transição em Vias-Férreas - Análise de um Caso de Estudo,” 2015.
  - [19] A. Paixão, “Transition zones in railway tracks. An experimental and numerical study on the structural behaviour”, Dissertação de Doutoramento em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2014.
  - [20] M. Cunha, P. Couto, and A. . Manso, “Sistemas de Informação na Construção - Gestão da Obra,” *2º Fórum Int. Gestão da Construção - GESCON 2011*, pp. 1–10, 2011.
  - [21] IMPIC, “Apresentação ProNIC,” 2016.
  - [22] A. Henriques, “Integração do ProNIC em ambiente BIM: um modelo para o trabalho em ambiente colaborativo”, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, 2012.
  - [23] P. N. M. Magalhães, “Integrated Construction Organization – Contributions to the Portuguese Framework”, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2014.
  - [24] S. I. F. Sousa, “Aplicação da Metodologia ProNIC a Obras de Infraestruturas Hidráulicas Urbanas”, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2015.
  - [25] ISO12006-2, “Building construction — Organization of information about construction works — Part 2: Framework for classification.” 2015.
  - [26] C. S. F. Rodrigues, “Aplicação da Metodologia ProNIC a Obras Portuárias”, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2015.
  - [27] REFER E.P., “Condições Técnicas - Variante de Alcácer.” 2006.
  - [28] REFER, “Memoria descritiva e justificativa - Variante de Alcácer. ” 2006.
  - [29] F. Martins, “Variante de Alcácer do Sal – enquadramento , definição geral da obra e execução,” pp. 1–13, 2008.
  - [30] REFER, “Mapa de Quantidade de Trabalhos - Variante de Alcácer.” 2006.



## **Anexos**



## Anexo I – Normas REFER e Outras Normas

### Normas REFER

Referência	Descrição	Norma
IT.CCE.003	Vedações em Estações e Apeadeiros	Instrução Técnica
IT.CCE.004	Vedações de Plena Via em Zona Urbana	Instrução Técnica
IT.CCE.005	Vedações de Plena Via em Zona Rural	Instrução Técnica
IT-C-030	Regras Segurança para Trabalhos na via	Instrução Técnica
IT.GER.011	Drenagem – Diretrizes para a minimização dos impactos ao nível das infraestruturas ferroviárias	Instrução Técnica
IT.GEO.001	Fornecimento de Balastro e Gravelha	Instrução Técnica
IT.GEO.002.01	Terraplenagem Infraestrutura Terminologia	Instrução Técnica
IT.GEO.003.01	Drenagem – Terminologia Disposit. Simbolog.	Instrução Técnica
IT.GEO.006	Características técnicas do sub-balastro	Instrução Técnica
IT.SIN.052	Materiais e equipamentos diversos	Instrução Técnica
NT-5b	Tratamento da Plataforma	Nota Técnica

### Outras Normas

- ASTM C42, “Standard test method for obtaining and testing drilled cores and sawed beams of concrete”;
- AASHTO T 224, “Correction for coarse particles in the soil compaction test”;
- ASTM D 1557: 2000, Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort;
- ASTM D 2922: 2001, Test Methods for Density of Soil and Soil-Aggregate in Place by Nuclear Methods;
- ASTM 3017: 1996, Test Methods for Water Content of Soil and Rock In-Place by Nuclear Methods (Shallow Depth);
- BS 1924 – Test 5, Stabilized materials. Methods of test for cement stabilized and lime stabilized materials”;
- EN 13242:2002 + A1:2007 – Aggregates for unbound and hydraulically bound materials for use in civil engineering work and road construction;
- Ficha UIC 719R, Earthworks and track bed for railway lines;
- ISO 565:1990 – Test sieves - Metal wire cloth, perforated metal plate and electroformed sheet - Nominal sizes of openings;



- LNEC E 204: 1967, Solos - Determinação da baridade seca "in situ" pelo método da garrafa de areia;
- NF P 18 – 592, Solos. Determinação do valor de azul de metileno;
- NF P 94-117-1: 2000, Sols: reconnaissance et essais. Portance des plates-formes - Partie 1: Module sous chargement statique à la plaque ( $EV_2$ );
- NP EN 196-1:2006 – Métodos de ensaio de cimentos. Parte 1: Determinação das resistências mecânicas;
- NP EN 196-2:2006 – Métodos de ensaio de cimentos. Parte 2: Análise química dos cimentos;
- NP EN 196-3:2005 + A1:2009 – Métodos de ensaio de cimentos. Parte 3: Determinação do tempo de presa e da expansibilidade;
- NP EN 196-5:2006 – Métodos de ensaio de cimentos. Parte 5: Ensaio de pozolanicidade dos cimentos pozolânicos;
- NP EN 196-6:1990 – Métodos de ensaio de cimentos. Determinação da finura;
- NP EN 196-7:2008 – Métodos de ensaio dos cimentos. Métodos de colheita e preparação de amostras de cimento;
- NP EN 197-1:2001, Cimentos. Parte 1. Composição, especificações e critérios de conformidade para cimentos correntes;
- NP EN 197-2:2001, Avaliação de Conformidade;
- NP EN 451-1:2006 – Métodos de ensaio das cinzas volantes. Parte 1: Determinação do teor de óxido de cálcio livre;
- NP EN 932-1: 2001, Ensaios para determinação das propriedades gerais dos agregados - Parte 1: Métodos de amostragem;
- NP EN 932-2: 1999, Ensaios para determinação das propriedades gerais dos agregados - Parte 2: Métodos de redução de amostras laboratoriais;
- NP EN 932-5:2003 – Ensaios das propriedades gerais dos agregados. Parte 5: Equipamento comum e calibração;
- NP EN 933-1: 2000, Ensaios de propriedades geométricas dos agregados - Parte 1: Análise granulométrica. Método de peneiração;
- NP EN 933-2: 1999, Ensaios de propriedades geométricas dos agregados - Parte 2: Determinação da distribuição granulométrica. Peneiros de ensaio, dimensão nominal das aberturas;
- NP EN 933-3: 2002, Ensaios de propriedades geométricas dos agregados - Parte 3: Determinação da forma das partículas. Índice de achatamento;

- NP EN 933-4:2002 – Ensaio das propriedades geométricas dos agregados. Parte 4: Determinação da forma das partículas. Índice de forma;
- NP EN 933-5:2002 – Ensaio das propriedades geométricas dos agregados. Parte 5: Determinação da percentagem de superfícies esmagadas e partidas nos agregados grossos.
- NP EN 933-8:2002 – Ensaio das propriedades geométricas dos agregados. Parte 8: Determinação do teor de finos. Ensaio do equivalente de areia
- NP EN 933-9: 2002, Ensaio de propriedades geométricas dos agregados - Parte 9: Determinação do teor de finos. Ensaio do azul de metileno;
- NP EN 1097-1: 2002 Ensaio para determinação das propriedades mecânicas e físicas dos agregados - Parte 1: Determinação da resistência ao desgaste (micro Deval);
- NP EN 1097-2: 2002, Ensaio para determinação das propriedades mecânicas e físicas dos agregados - Parte 2: Método de determinação da resistência à fragmentação;
- NP EN 1097-5: 2002, Ensaio para determinação das propriedades mecânicas e físicas dos agregados - Parte 5: Determinação do teor de humidade por secagem em estufa ventilada;
- NP EN 1097-6:2003 – Ensaio das propriedades mecânicas e físicas dos agregados. Parte 6: Determinação da massa volumica e da absorção de água;
- NP EN 1367-1:2003 – Ensaio das propriedades térmicas e de meteorização dos agregados. Parte 1: Determinação da resistência ao gelo/degelo;
- NP EN 1367-2:2002 – Ensaio das propriedades térmicas e de meteorização dos agregados - Parte 2: Ensaio do sulfato de magnésio;
- NP EN 1367-3 – Ensaio das propriedades térmicas e de meteorização dos agregados - Parte 3: Ensaio de ebulição para basaltos “Sonnenbrand”;
- NP EN 12620:2004 – Agregados para betão;
- NP EN 13043:2004 – Agregados para misturas betuminosas e tratamentos superficiais para estradas, aeroportos e outras áreas de circulação;
- NP EN 13055-1 – Agregados leves. Parte 1: Agregados leves para betão, argamassas e caldas de injeção;
- NP EN 13139:2005 – Agregados para argamassas;
- NP EN 13242 – Agregados para materiais tratados com ligantes hidráulicos e materiais não tratados utilizados em trabalhos de engenharia civil e na construção rodoviária;

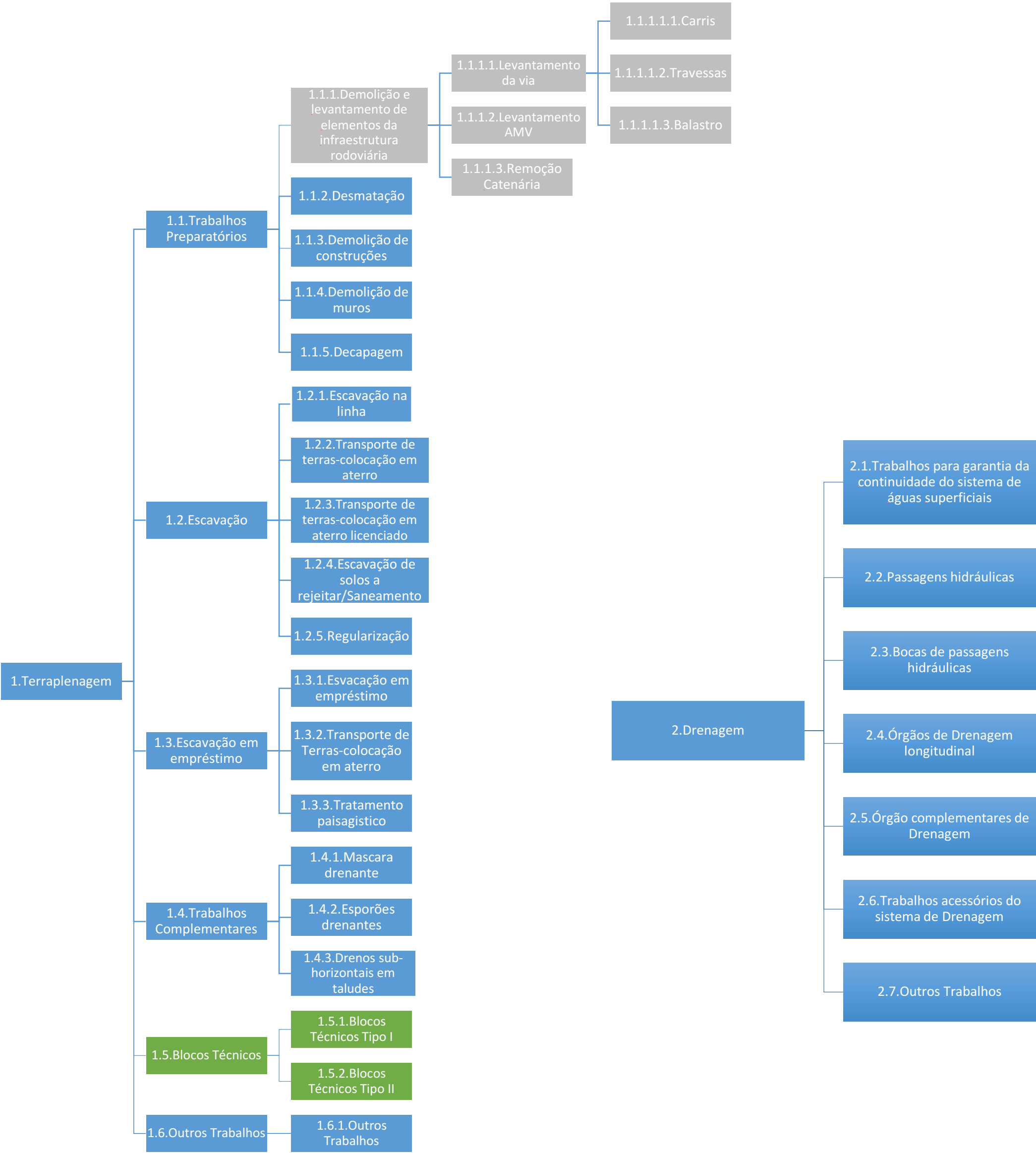
- NP EN 13383-1 – Enrocamentos. Parte 1: Especificações;
- NP EN 1744-1: 2000, Ensaio para determinação das propriedades químicas dos agregados - Parte 1: Análise química ;
- NP EN 1744-3:2005 – Ensaio das propriedades químicas dos agregados. Parte 3: Preparação de eluatos por lixiviação dos agregados.

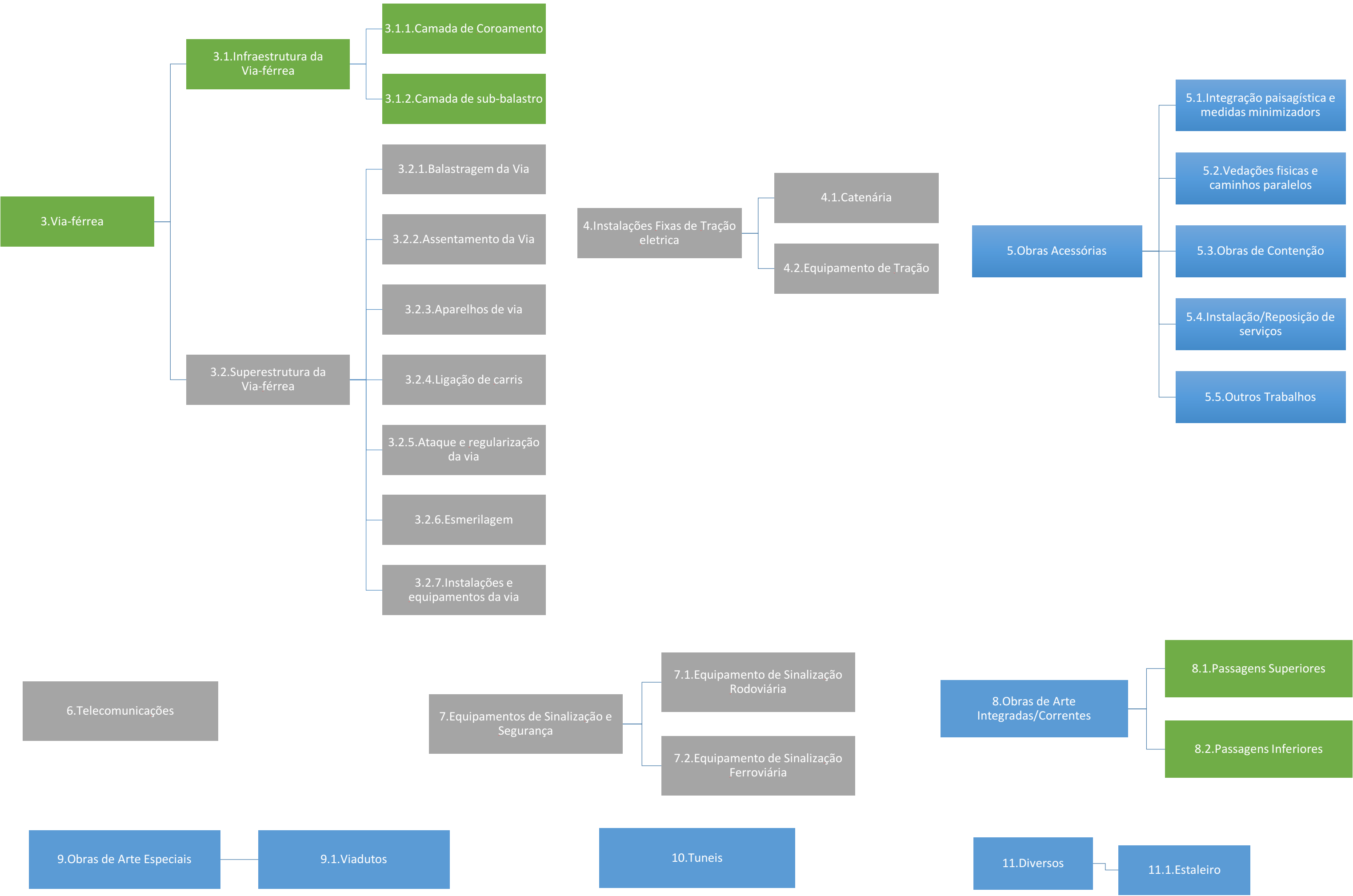
## **Anexo II – WBS Obras Ferroviárias**

Proposta Luís Cláudio Kanje

Proposta Raquel Cardoso Campos


Existente no ProNIC






## **Anexo III – FET e FMAT**



	LNEC OBRA FERROVIAS
<b>Via-férrea</b>	CONDIÇÕES TÉCNICAS (ProNIC)


## CONDIÇÕES TÉCNICAS

### Arquitectura

	LNEC OBRA FERROVIAS
<b>Via-férrea</b>	CONDIÇÕES TÉCNICAS (ProNIC)

## CONDICÕES TÉCNICAS


### EXECUÇÃO DE TRABALHOS

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS (ProNIC)


## INDICE DE CAPÍTULOS

### Condições Técnicas de Trabalhos

Capítulo	Ficha
Cap. 1	FET- Blocos Técnicos (Ferrovias)
Cap. 3	FET- Camada de Coroamento (Ferrovias)
	FET- Camada de sub-balastro (Ferrovias)

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CAPÍTULO 1

## CAPÍTULO 1

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FET- Blocos Técnicos (Ferrovias)

## Ø Definição do Trabalho

Designam-se Blocos Técnicos as estruturas que permitem assegurar a transição entre os aterros e as obras de arte, de modo a reduzir os assentamentos diferenciais, e a assegurar a variação progressiva módulo de rigidez, entre estas duas estruturas.

Execução do Bloco Técnico junto a obras de arte com uma cunha constituída por uma mistura de agregado e \$1 de cimento, uma altura de \$2 e um comprimento de \$3, e uma cunha com camadas de agregado britado de granulometria extensa de origem \$4, com um comprimento de \$5, incluindo fornecimento e transporte dos materiais, carga, descarga e colocação no local de aplicação e todos os trabalhos necessários a` sua execução com base nos desenhos, nas condições especificadas no caderno de encargos.

## Ø Materiais

# Geral


Os materiais a empregar na execução de Blocos Técnicos devem ser convenientemente escolhidos, de modo a garantir um correto desempenho destes, já que a utilização de materiais não adequados origina fenómenos de assentamento significativos, com graves prejuízos para a Exploração e elevados custos de Conservação.

Todos os materiais devem ser acompanhados de certificados de origem, controlo de qualidade e, em caso disso, especificações do fabricante e certificados de qualidade de fabrico, obedecendo às normas, regulamentos e demais legislações aplicáveis, incluindo os Eurocódigos, atualmente em vigor.

# Solos

Os solos a utilizar na construção de Blocos técnicos, devem ser de boa qualidade, isentos de detritos, matéria orgânica ou quaisquer outras substâncias nocivas, devendo obedecer às seguintes características:

- Dimensão máxima..... 75mm
- Percentagem de material que passa no peneiro no 200 ASTM ..... <= 20%
- Limite de liquidez ..... <= 25%

	LNEC OBRA FERROVIAS
<b>Via-férrea</b>	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FET- Blocos Técnicos (Ferrovias)

- Índice de plasticidade.....< = 6%
- Equivalente de areia .....>= 40%
- Valor de azul de metileno (material de dimensão inferior a 75µm) .....< = 1,5
- CBR a 95% de compactação relativa (Proctor Modificado) .....> = 10%
- Expansibilidade (ensaio CBR) .....< = 1,5%

## Materiais granulares não britados


No caso de ser utilizado material granular não britado, o material deverá obedecer às seguintes características:

- A granulometria deve integrar-se no seguinte fuso:

Quadro 1- Fuso granulométrico dos materiais granulares não britados

Peneiros NP EN 932 -2	Percentagem acumulada do material que passa (%)
80,0 mm	100
63,0 mm	90 - 100
4,00 mm	35-70
0,063 mm	0-12

- Limite de liquidez .....< = 25%
- Índice de plasticidade.....<= 6%
- Equivalente de areia .....> = 40%
- Valor de azul de metileno (material de dimensão inferior a 75µm) .....< = 1,5
- Índice de Fragmentação na máquina de Los Angeles (Gran. A) .....<= 45%

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FET- Blocos Técnicos (Ferrovias)

- Percentagem de matéria orgânica .....< = 0,5%


## Materiais granulares britados

Os materiais granulares britados, provenientes da exploração de formações homogéneas, devem ser limpos, duros, pouco alteráveis sob a ação dos agentes climatéricos, de qualidade uniforme e isentos de materiais decompostos, de matéria orgânica ou outras substâncias prejudiciais. Estes materiais devem ainda, respeitar especificações que a seguir se indicam:

- A curva granulométrica (NP EN 933-1 e NP EN 933-2), de tipo contínuo, deve integrar-se no seguinte fus:

Quadro 2- Fuso granulométrico dos materiais granulares britados

Peneiros (mm)	Percentagem acumulada do material que passa (%)
40,0	100
31,5	75-100
20,0	56-86
14,0	48-78
10,0	41-71
6,30	32-58
5,0	28-54
4,0	26-51
2,00	22-45
0,42	12-30
0,125	5-15
0,063	1-8

	LNEC OBRA FERROVIAS
<b>Via-férrea</b>	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FET- Blocos Técnicos (Ferrovias)

- Percentagem de material retido no peneiro 20mm.....  $\leq 30\%$
- Limite de liquidez .....  $\leq 25\%$
- Índice de plasticidade.....  $\leq 6\%$
- Equivalente de areia .....  $\geq 40\%$
- Valor de azul de metileno (material de dimensão inferior a  $75\mu\text{m}$ ) .....  $\leq 1,5$
- Perda por desgaste na máquina de Los Angeles (Gran. A) .....  $\leq 45\%$  a)
- Teor em sulfatos .....  $\leq 0,5\%$
- Índice de lamelação e alongamento.....  $\leq 35\%$

a) 50% em granitos

## Mistura “agregado-cimento”


Agregados britados: Os agregados britados a utilizar na mistura com cimento, devem ser constituídos pelo produto de britagem de material explorado em formações homogêneas, devendo estar isentos de ramos, folhas, raízes, ervas, troncos, lixo, detritos orgânicos ou qualquer outra substância que prejudique a ligação com o cimento.

Deverão ainda ser acompanhados de certificação da conformidade de acordo com a legislação atualmente em vigor, obedecendo às seguintes prescrições:

- A curva granulométrica (NP EN 933-1 e NP EN 933-2), de tipo contínuo, deve integrar-se no seguinte fus


Quadro 3- Fuso granulométrico dos materiais granulares britados



	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FET- Blocos Técnicos (Ferrovias)

Peneiros (mm)	Percentagem acumulada do material que passa (%)
40,0	100
31,5	75 – 100
20,0	56 – 86
14,0	48 - 78
10,0	41 – 71
6,30	32 – 58
5,00	28 - 54
4,00	26 – 51
2,00	22 – 45
0,42	12 – 30
0,125	5-15
0,063	1-8

- Percentagem de material retido no peneiro de 20mm.....  $\leq 30\%$
- Limite de liquidez .....  $\leq 25\%$
- Índice de plasticidade.....  $\leq 6\%$
- Equivalente de areia .....  $\geq 40\%$
- Valor de azul de metileno (material de dimensão inferior a 75 $\mu$ m) .....  $\leq 2,0$
- Perda por desgaste na máquina de Los Angeles (Gran. A) .....  $\leq 45\%$  a)
- Percentagem de matéria orgânica .....  $\leq 0,5\%$
- Teor em sulfatos .....  $\leq 0,5\%$

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FET- Blocos Técnicos (Ferrovias)

- Índice de lamelação e alongamento.....  $\leq 35\%$

a) 50% em granitos

Cimento: O cimento a utilizar será um cimento tipo CEMII/A-L da classe de resistência 32,5N, segundo a Norma Portuguesa NP EN 197-1 e NP EN 197-2 ou legislação em vigor, e obedecer às prescrições nela referidas para efeito de fornecimento e receção dos cimentos. Sempre que se pretenda recorrer a cimentos com aditivos ativos tais como escória, cinzas ou pozolanas, a percentagem destes produtos não

deverá exceder 20%. Para estes casos, o cimento a utilizar será o cimento composto. O cimento a utilizar em obra deve ser do mesmo tipo e marca do utilizado nos ensaios laboratoriais.

Água: A água a utilizar deve ser doce, limpa e isenta de quaisquer substâncias orgânicas, cloretos, sulfatos e outros sais, em percentagens prejudiciais, bem como óleos, ácidos, ou outros produtos nocivos, obedecendo obrigatoriamente ao que está previsto na legislação em vigor. A percentagem total de sulfatos existentes deve ser inferior a 0,2% em SO<sub>3</sub>.


Quando nada em contrário for indicado pela Fiscalização, os valores máximos admissíveis para as impurezas em suspensão e dissolução deverão ser, respetivamente, 15 g/l e 30 g/l.

Para a recolha de amostras, que serão feitas pelo Adjudicatário e cujos encargos das análises a fazer são a seu cargo, deverão respeitar as normas que regulam a colheita.

O teor de água da mistura resultará de um estudo laboratorial específico.

Características da mistura “agregado–cimento”: A composição da mistura a executar, deve ser estudada através da realização prévia de um estudo laboratorial, de onde resultará a definição:

- Da curva granulométrica de referência;
- Do teor em água ótimo;
- Do teor em cimento;
- Do teor em eventuais aditivos.

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FET- Blocos Técnicos (Ferrovias)

O teor em água ótimo para aplicação do material em obra será o teor ótimo (Wopt) obtido em ensaio com pilão vibrador de acordo com a especificação BS 1924 – Test 5. A baridade seca de referência será a correspondente àquele teor em água ótimo. O teor em água da mistura deve garantir, por um lado a compactação desejada e também a hidratação do cimento.

A percentagem de cimento a incorporar na mistura, será genericamente de 3% a 12%, já que as dosagens em cimento serão sempre ajustadas em função dos resultados obtidos no estudo laboratorial, de modo que sejam garantidas as seguintes características:

Características de curto prazo:

- Condições de autorização de traficabilidade:  $R_c > 1,0 \text{ MPa}$ ;
- Resistência à imersão em idades jovens: se  $VA \leq 0,5$  ,  $R_{ci} / R_{c60} \geq 0,80$  se  $VA > 0,5$   $R_{ci}/R_{c60} \geq 60$  ;
- $R_c$  : Resistência à compressão.
- $R_{ci}$  : Resistência à compressão aos 60 dias (28 dias de cura normal mais 32 dias de imersão em água).
- $R_{c60}$  : Resistência à compressão aos 60 dias (cura normal).
- VA: Valor de azul de metileno obtido pelo método da mancha no material de dimensão inferior a  $75\mu\text{m}$  (NF P 18 – 592).

Características de longo prazo:


- Resistência à compressão diametral..... $\geq 0,25 \text{ MPa}$
- Resistência à compressão simples ..... $\geq 2,0 \text{ MPa}$

-->

### Ø Trabalhos Preparatórios

Processo de construção só poderá iniciar-se depois da aprovação da Fiscalização, após ter verificado a adequação do equipamento de compactação às condições e materiais previsíveis, e desde que o Adjudicatári tenha disponibilizado os meios de controlo necessários.

Previamente à execução do aterro deve-se proceder à regularização da base sobre a qual este será construído

	LNEC OBRA FERROVIAS
<b>Via-férrea</b>	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FET- Blocos Técnicos (Ferrovias)

atendendo sobretudo às condições geotécnicas dos terrenos de fundação, e aos problemas de drenagem que possam surgir.

Ensaio prévios: A execução do Bloco Técnico, deve ser precedida da realização de um conjunto de ensaios prévios, a iniciar pelo menos 30 dias antes da aplicação do material em obra, tendo como objetivo comprovar que o equipamento de fabrico permite a obtenção de uma mistura com as características exigidas.

Serão para isso, executadas várias amassaduras diferentes, com a composição determinada no estudo laboratorial. De cada uma serão moldados e conservados alguns provetes, de acordo com a especificação BS 1924 – Test 5, para serem ensaiados aos 7, 14, e 28 dias, à compressão diametral. A composição da mistura aceite se o valor médio da resistência à compressão diametral aos 7 dias for superior ou igual ao referido no ponto “características da mistura agregado cimento.”

### Ø Processo/Modo de Execução


A ligação entre o aterro do Bloco Técnico e o aterro confinante deve ser feita por endentamento, por forma a garantir uma continuidade entre as camadas das duas estruturas. Os degraus executados no aterro confinante devem ter as dimensões necessárias, de modo a que nunca seja colocada em causa a sua estabilidade.

## Camadas de “agregado – cimento”

Fabrico da mistura: O fabrico da mistura deve ser feito em central apropriada, capaz de assegurar uma produção mínima adequada ao planeamento da obra. O plano de instalação da central, incluindo o equipamento, deve ser submetido à aprovação pela Fiscalização.

Armazenamento e transporte: Antes do início do processo de fabrico de todas as misturas com ligantes hidráulicos, é obrigatório o armazenamento em estaleiro, por frações granulométricas, dos agregados necessários à produção de todo o trabalho.

Os agregados devem ser arrumados em estaleiro e espalhados por camadas de espessura não superior a 0,5m

	LNEC OBRA FERROVIAS
<b>Via-férrea</b>	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FET- Blocos Técnicos (Ferrovias)

fim de se minimizar a sua segregação. A sua recolha deverá ser feita por desmonte frontal e, no caso de os agregados terem sido depositados sobre o terreno natural, não é permitida de modo algum a utilização dos 0,15m inferiores.

Os processos de enchimento dos camiões de transporte devem ser tais que minimizem a segregação e a exposição às condições atmosféricas, devendo o transporte ter a menor duração possível.

**Limitações e condicionantes:** A aplicação da mistura em obra só poderá ser feita quando a temperatura ambiente, à sombra, for superior a 5 graus C, e não se preveja a formação de gelo.

Caso haja risco de ocorrência de chuvas durante o período de realização dos trabalhos, este deverão ser imediatamente suspensos, devendo ser aplicada uma rega de cura.


**Espessura das camadas:** As camadas da mistura de “agregado – cimento” devem ser executadas com espessuras de 0,25cm. A espessura das camadas de agregado britado, a colocar sob as camadas de mistura de “agregado - cimento”, é de 0,30m, executando-se para isso duas camadas de 0,15m, ou apenas uma camada de 0,30m, dependendo dos meios de compactação existentes.

**Compactação:** Aquando do espalhamento, a camada sobre a qual vai ser espalhada a mistura, deve estar livre de materiais soltos e respeitar a compactação relativa para ela especificada. A sua superfície será humidificada, não sendo, contudo, permitido o aparecimento de água livre.

Os meios e técnica utilizados no espalhamento devem assegurar a não segregação dos materiais, não sendo permitidas bolsadas de material fino ou grosso, bem como a uniformidade e precisão relativamente à espessura da camada. É extremamente importante a garantia da espessura final mínima, após compactação, prevista na solução preconizada.

A compactação deve seguir imediatamente o espalhamento da mistura, não devendo esta, permanecer mais de meia hora sem que se proceda à sua compactação e acabamento.

Os meios de compactação devem ser os necessários para que todas as operações decorram num período de tempo nunca superior a 2 horas, desde o fabrico da mistura até ao fim da compactação. No caso de temperaturas do ar superiores a 30 grausC, este período de trabalhabilidade será encurtado para metade, por forma a reduzir o máximo possível, de perda de resistência, que é originada no espaço de tempo entre a amassadura e a compactação.

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FET- Blocos Técnicos (Ferrovias)

A adição de retardador de presa pode ser adotada, caso seja necessário aumentar o período de trabalhabilidade.

A dosagem de retardador de presa deve ser estabelecida tendo em atenção o período de trabalhabilidade necessário. A sua utilização só poderá ser efetuada após estudo dos efeitos por ele produzidos, nomeadamente na trabalhabilidade, na consistência e na resistência da mistura.

O grau de compactação relativa das camadas, referida ao ensaio Proctor Modificado, deve ser superior a 98%. O teor em água não pode diferir em mais de 10% do teor ótimo, dada a importância da compactação no comportamento da mistura a longo prazo.

Estas duas condições, devem ser também verificadas nas camadas de agregado britado, a colocar sob as camadas de mistura “agregado - cimento”.

As máquinas pesadas de compactação devem respeitar uma distância das estruturas tal que não comprometa a sua estabilidade e/ou integridade. Nas zonas interditas a máquinas pesadas a compactação deve ser cuidadosamente feita com máquinas adequadas, de modo a conseguir-se o grau de compactação exigido.


Deve procurar-se, sempre, conferir aos solos a humidade necessária a uma boa compactação, não devendo ser compactado até que tenha o teor em água adequado para a compactação requerida, podendo-se recorrer a medidas de correção desde que aprovadas pela Fiscalização.

A superfície da camada deve ficar uniforme, isenta de fendas, de ondulações ou material solto, não podendo em qualquer ponto, apresentar diferenças superiores a 2,0 cm em relação aos perfis longitudinal e transversal estabelecidos, nem apresentar irregularidades superiores a 1,0 cm, no sentido longitudinal e 1,5 cm no sentido transversal, quando medidas com a régua de 3 m.

## Camadas de material granular

**Espessura das camadas:** A espessura das camadas de material granular, executadas imediatamente abaixo das anteriormente descritas, serão condicionadas pelos meios de compactação colocados na obra, mas genericamente serão de 0,15 a 0,20m de espessura.

**Compactação:** O processo de compactação iniciar-se-á quando se verificar, que o material se apresenta homogéneo e convenientemente espalhado, segundo uma camada regular.

	LNEC OBRA FERROVIAS
<b>Via-férrea</b>	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FET- Blocos Técnicos (Ferrovias)

Devem utilizar-se, no espalhamento do material granular, equipamentos adequados, compatíveis com as condições locais, permitindo que a superfície da camada se mantenha aproximadamente com a forma definitiva, respeitando a espessura, após compactação.

Se antes de se iniciar a compactação, se verificar que os materiais utilizados não têm a humidade adequada, deve proceder-se à sua correção. Para isso deve escarificar-se a camada e deixar ajustar o teor em água por secagem ou outro meio, no caso de ele estar em excesso, ou, no caso contrário, proceder a uma distribuição uniforme de água, garantindo a humidade necessária a uma boa compactação.

Cada camada deve ser compactada de tal forma a ser atingida uma compactação relativa, referida ao ensaio Proctor Modificado, não inferior a 95%.

O teor em água não poderá diferir em mais de 10% do teor ótimo obtido no ensaio de referência.

Não se deverá proceder ao espalhamento de uma camada, sem que a anterior se encontre com o grau de compactação exigido, comprovado pela Fiscalização.


A superfície da última camada deve ficar lisa, uniforme, isenta de fendas e ondulações, não podendo, em qualquer ponto, apresentar diferenças superiores a 3 cm, em relação aos perfis transversais e longitudinais estabelecidos, nem apresentar irregularidades superiores a 2 cm quando medidas com a régua de 3 m.

## Drenagem

O Bloco Técnico deve ser dotado de um sistema de drenagem que possibilite a recolha da água, que eventualmente circule na interface encontro/aterro ou que percole através do aterro, e permita o seu encaminhamento para o exterior, nunca comprometendo a estabilidade dos taludes de aterro adjacentes.

Estes sistemas poderão ser constituídos por lâminas drenantes, aplicadas no tardo dos muros da obra de art e tubos geodrenos, colocados a uma cota que garanta o escoamento da água até aos dispositivos de drenagem colocados nos taludes do aterro do Bloco Técnico (valetas de descida de talude, valetas de plataforma, sumidouros ou outros).

A execução de dispositivos de drenagem nos taludes do aterro do Bloco Técnico, deve ser com a precisão necessária, de modo a inviabilizar a circulação de água na base das valetas, permitindo um perfeito escoamento das águas, e evitando a erosão dos taludes.

	LNEC OBRA FERROVIAS
<b>Via-férrea</b>	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FET- Blocos Técnicos (Ferrovias)

Na execução de Blocos Técnicos junto a encontros de obras de arte de quadros fechados, deverão ser garantidas condições de impermeabilização na base do Bloco Técnico, por forma a evitar a circulação de águas abaixo da passagem inferior.

Todos os materiais a utilizar como dispositivos de drenagem, devem ser sujeitos à aprovação da Fiscalização devendo sempre ser acompanhados dos respetivos certificados de origem, controle de qualidade, especificações do fabricante, e certificados de qualidade de fabrico, obedecendo à legislação e normas atualmente em vigor.

### Ø **Controlo e Aceitação**

O controlo de execução do Bloco Técnico, é o conjunto de medidas que se destina a verificar que o aterro construído satisfaz as exigências do projeto. Em geral essas exigências traduzem-se pela garantia de estabilidade a curto e longo prazo, dos diversos componentes da obra, pela minimização das deformações diferidas e pela reduzida deformabilidade da plataforma.

O controlo de execução compreende duas fases distintas, uma primeira fase, onde será executado um trecho experimental, e uma segunda fase, onde serão realizados diversos ensaios durante a execução do Bloco técnico.

## **Trecho experimental**


A execução do trecho experimental visa a afinação do processo construtivo do Bloco Técnico.

Após ter sido adotada a composição para a mistura por meio dos ensaios prévios atrás descritos, procede-se realização de um trecho experimental, localizado de acordo com a Fiscalização, num local representativo da obra, e que terá uma extensão mínima de 20 m, na qual será aprovado o equipamento de compactação e se determinará o plano de trabalho.

O trecho experimental deve ser iniciado pelo menos 30 dias antes do início da aplicação, e decorrerá com o mesmo tipo de equipamento, ritmo de trabalhos, e métodos construtivos, que se irão utilizar durante a execução da obra.

A realização do trecho experimental permite, verificar particularmente os seguintes aspetos:



	LNEC OBRA FERROVIAS
<b>Via-férrea</b>	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FET- Blocos Técnicos (Ferrovias)

- Se os meios de transporte e colocação em obra permitem uma boa homogeneidade das camadas;
- Se os meios de compactação permitem obter uma adequada compacidade em todas as camadas do bloco técnico;
- O teor em água de compactação mais adequado;
- O grau de compactação e o teor em cimento efetivo a utilizar em toda a espessura das camadas;
- Se as espessuras das camadas e a sua regularidade superficial estão dentro dos limites especificados;

Por forma a verificar se os resultados estão de acordo com as condições especificadas no presente documento serão retiradas amostras, para serem ensaiadas com a frequência mínima a seguir indicada:

Medição da regularidade com régua de 3m ao longo de um ou vários alinhamentos paralelos ao eixo longitudinal do trecho executado. A distância mínima entre ensaios consecutivos não será superior a 5m.


Medição da baridade seca e o respetivo teor em água, após compactação das camadas, através do aparelho nuclear e pelo método da garrafa de areia. Os ensaios com garrafa de areia devem ser realizados nos mesmo locais onde tenha sido realizado um ensaio com aparelho nuclear.

Medição das espessuras das camadas do corpo do aterro e das camadas de mistura. A espessura das camadas de mistura é determinada pela recolha de amostras por carotagem de acordo com a norma ASTM C42.

Deve ainda ser medida a resistência à compressão diametral, nos locais onde foram utilizados o aparelho nuclear e a garrafa de areia. Nas carotes colhidas, ao fim de 7 e 14 dias, devem verificar-se resistências à compressão diametral superiores a 0,8 das resistências de laboratório aos 7 e 14 dias, respetivamente.

Medição da resistência à tração em compressão diametral, em provetes moldados de acordo com a especificação BS 1924 – Test 5, e ensaiados aos 7, 14 e 28 dias.

Se os resultados não forem satisfatórios deverão iniciar-se imediatamente as necessárias correções e, se for necessário, modificar-se-á a composição de trabalho, repetindo-se as secções de ensaio uma vez efetuadas as correções.

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FET- Blocos Técnicos (Ferrovias)

## Ø Ensaios

O controlo de execução das diversas camadas que compõem o Bloco Técnico, inclui a realização de um conjunto de ensaios “in situ” e laboratoriais, por forma a verificar a conformidade dos resultados obtidos, com as especificações definidas no projeto.


Os ensaios a realizar são de uma forma geral, os descritos no item anterior para o Trecho Experimental, nomeadamente:

- A medição da espessura das camadas pela recolha de amostras por carotagem;
- A medição da regularidade superficial;
- A resistência à compressão diametral das camadas de mistura “agregado - cimento”;
- A baridade seca de referência;
- O teor em água ótimo

A realização de ensaios de compactação pesada, implica sempre a correção da fração superior a 19mm (3/4’ ASTM), quando a granulometria apresenta uma percentagem de material retido neste peneiro, inferior a 30 ‘. Para esta correção, torna-se necessário também a correção da baridade seca máxima e do teor em água, de acordo com a norma AASHTO T 224.

## Ø Referências Técnicas e Normativas

- Ficha UIC 719R, Earthworks and track bed for railway lines
- ASTM C42, “Standard test method for obtaining and testing drilled cores and sawed beams of concrete”
- AASHTO T 224, “Correction for coarse particles in the soil compaction test”
- NP EN 933-1: 2000, Ensaios de propriedades geométricas dos agregados - Parte 1: Análise granulométrica. Método de peneiração;
- NP EN 933-2: 1999, Ensaios de propriedades geométricas dos agregados - Parte 2: Determinação da distribuição granulométrica. Peneiros de ensaio, dimensão nominal das aberturas;
- NP EN 197-1:2001, Cimentos. Parte 1. Composição, especificações e critérios de conformidade para

	LNEC OBRA FERROVIAS
<b>Via-férrea</b>	CONDICÕES TÉCNICAS ProNIC FET- Blocos Técnicos (Ferrovias)

cimentos correntes

- NP EN 197-2:2001, Avaliação de Conformidade
- BS 1924 – Test 5, Stabilized materials. Methods of test for cement stabilized and lime stabilized materials”
- NF P 18 – 592, Solos. Determinação do valor de azul de metileno

### Ø Critérios de Medição

A execução dos blocos técnico será medida por Unidade (encontro) de bloco técnico.

### Ø Riscos Associados

Os principais riscos potenciais identificados no manuseamento e armazenamento de agregados estão associados à queda de objetos, atropelamentos, esmagamentos e eletrocussão.

Devem ser tomadas as medidas preventivas relacionadas com a verificação do funcionamento apropriado de todos os elementos do equipamento, o correto manuseamento do mesmo e a utilização do equipamento de proteção individual (vestuário adequado, botas de segurança, capacete e luvas) por forma a diminuir os riscos acima indicados.


No manuseamento do cimento devem tomar-se precauções para evitar a inalação, bem como o contacto com os olhos e a boca e o contacto prolongado com a pele.

Para o efeito deve recorrer-se à utilização de equipamento de proteção individual adequado (máscara anti-poeiras; luvas; óculos; vestuário de proteção justo).

Em caso de contacto do cimento com algum dos órgãos referidos ou com a pele deve-se proceder à lavagem imediata com água limpa. Se se verificar irritação ou dores deve procurar-se assistência médica.

### Ø Outras Disposições

## Situações particulares

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FET- Blocos Técnicos (Ferrovias)

Quando na presença de solos de fundação inadequados, com baixa capacidade de suporte e muito compressíveis, como solos aluvionares, lodos, turfa, ou argilas moles, deve proceder-se à remoção destes, substituindo-os parcial ou completamente por materiais selecionados insensíveis à água, de modo a melhorar as condições de fundação do Bloco Técnico.

A espessura de solos a substituir será definida em função das conclusões do estudo geológico e geotécnico, devendo ser especificada no projeto.


Em áreas inundáveis, ou quando seja previsível que as cotas de trabalho intersectem o nível freático, deve ser colocada na base do Bloco Técnico, uma camada de material granular britado do tipo “rachão”, com espessura mínima de 0,50 m, envolvido por geotêxtil com funções de separação e filtro que impeça a sua contaminação.

Esta camada drenante, tem como objetivo permitir o escoamento das águas resultantes do processo de consolidação das formações aluvionares muito compressíveis.

O referido “rachão”, deve ser resultante da exploração de formações homogêneas, de qualidade uniforme, isento de matéria orgânica ou de outras substâncias prejudiciais, e obedecer ainda às seguintes características:


- Dimensão máxima ..... 200mm
- Percentagem de material passada no peneiro no 200 ASTM .....  $\leq 5\%$
- Equivalente de areia .....  $\geq 70\%$
- Desgaste de Los Angeles (Gran. F) .....  $\leq 40\%$

Nos casos em que os terrenos de fundação não permitem a circulação do equipamento de obra, deve ser colocado sob a camada drenante, um geotêxtil com características mecânicas e hidráulicas, que permita o reforço e a traficabilidade dos terrenos de fundação. Todos os geotêxteis a aplicar, devem ser submetidos à aprovação da Fiscalização, acompanhados de certificados de origem e fichas técnicas, bem como dos resultados do controlo de fabrico e referência de obras em que tenham sido aplicados com idênticas funções. Todas as características dos geotêxteis deverão ser fixadas em função da sua finalidade e das condições de obra, obedecendo a um dimensionamento particular para cada situação. Este dimensionamento, tal como as características mínimas e máximas dos geotêxteis a aplicar, e as normas de ensaio a que esses valores se referem, devem constar no projeto. Se o projeto assim o indicar, podem ainda ser considerados como dispositivos de drenagem, de aceleração da consolidação e de reforço das características geotécnicas das


	LNEC OBRA FERROVIAS
<b>Via-férrea</b>	CONDICÕES TÉCNICAS ProNIC FET- Blocos Técnicos (Ferrovias)

formações aluvionares, a colocação de drenos verticais, geodrenos ou colunas de brita, respeitando sempre as especificações e técnicas de execução, correntemente utilizadas.

## Ø Manutenção

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CAPÍTULO 3

## CAPÍTULO 3

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDICÕES TÉCNICAS ProNIC FET- Camada de Coroamento (Ferrovias)

## Ø Definição do Trabalho

Camada de Coroamento: Camada construída quando é necessário melhorar a capacidade de carga ao nível da plataforma de terraplenagem. Localiza-se sob a camada de sub-balastro. A camada de coroamento apresenta 1 [m] de espessura, e os trabalhos a realizar incluem fornecimento e transporte dos materiais, carga, descarga e colocação no local de aplicação e todos os trabalhos necessários à sua execução com base nos desenhos, nas condições especificadas no caderno de encargos.


Esta camada destina-se essencialmente a conferir boas condições de fundação a via, permitindo uma fácil e adequada compactação das camadas subjacentes, e garantindo as condições de traficabilidade adequadas ao tráfego de obra.

## Ø Materiais

O coroamento deve ser constituído por materiais granulares britados de origem calcária devendo ser obtidos pelo produto de britagem de material explorado em formações homogéneas, provenientes de pedreiras, e ser isento de argilas, de matéria orgânica ou de quaisquer outras substâncias nocivas. O objetivo desta camada é o de conferir boas condições à via férrea o que, se deve traduzir por um módulo de deformabilidade em recarga ( $E_{V2}$ ) igual ou superior a 80 MPa. Os materiais devem obedecer às especificações a seguir identificadas:

- A curva granulométrica (NP EN 933-1 e NP EN 933-2), de tipo contínuo, deve integrar-se no seguinte fuso:

Quadro - Fuso granulométrico dos materiais granulares britados

	LNEC OBRA FERROVIAS
<b>Via-férrea</b>	<p style="text-align: center;">CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC</p> <p style="text-align: center;">FET- Camada de Coroamento (Ferrovias)</p>

Peneiros (mm)	Percentagem acumulada do material que passa (%)
40,0	100
31,5	75 – 100
20,0	56 – 86
14,0	48 – 78
10,0	41 - 71
6,30	32 – 58
5,00	28 - 54
4,00	26 – 51
2,00	22 - 45
0,42	12 – 30
0,125	5 – 15
0,063	1-8

-Percentagem de material retido no peneiro de 20 mm.....<30%

-Resistência à Fragmentação Los Angeles.....= 45%

-Limite de liquidez, NP

-Índice de plasticidade, NP


-Equivalente de areia.....>40%

-Valor de azul de metileno.....<4 (g/kg)

Nota: Se a percentagem de material passado no peneiro de 0,063 mm for inferior ou igual a 5, a aceitação do material passa unicamente pelo respeito do especificado para o valor de L.A., desde que FR<7 e DG>20.

## Ø Trabalhos Preparatórios



	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FET- Camada de Coroamento (Ferrovias)

## Piquetagem da camada de sub-balastro

O Adjudicatário colocará estacas que servirão de referência para garantir a construção da camada com a geometria adequada, em planta e perfil, mediante topografia com precisão adequada. As estacas colocar-se-ão de forma sistemática ao longo do eixo da plataforma e em ambos os bordos, com o espaçamento correspondente ao dos perfis transversais de projeto, não excedendo em qualquer situação o espaçamento máximo de 25m, em pontos singulares (zonas de mudança de geometria em planta ou perfil longitudinal, alargamento da plataforma, concordâncias e transições) e em qualquer outro ponto determinado pela Fiscalização. As estacas serão niveladas e devem ser tomados os cuidados necessários para que a função impermeabilizante desta camada não se perca. As coordenadas das estacas obter-se-ão através da rede de apoio topográfico da obra.

### Ø Processo/Modo de Execução

A camada de coroamento construída com os materiais definidos anteriormente, deverá ter uma pendente transversal de 3 a 4% e ser executada em camadas com espessura máxima de 25 cm. Se a camada tiver uma espessura superior a 25 cm será obtida por meio de duas ou mais camadas com 15, 20 ou 25 cm de espessura cada. A superfície final desta camada deverá apresentar-se lisa, uniforme, isenta de fendas, ondulações ou material solto, respeitar os perfis transversais e longitudinais do projeto, não podendo diferir deles em mais de 2 cm. Sempre que, antes de ser colocado o sub-balastro, se observem zonas fracas ou instáveis, ou não sejam cumpridos os requisitos de regularidade acima indicados, deverá proceder-se à escarificação ou mesmo saneamento na extensão e profundidades necessárias (não ultrapassando, em princípio 0,60m) e substituição por outros materiais, seguida da recompactação.

Se, antes de se iniciar a compactação, se verificar que os materiais utilizados não têm o teor em água adequado, deve proceder-se à sua correção. Para isso deve escarificar-se a camada e deixar ajustar o teor em água por secagem ou outro meio, no caso de ele estar em excesso, ou, no caso contrário, proceder a uma distribuição uniforme de água, empregando-se carros tanques de pressão cujo jato deverá, quando possível, cobrir a largura total da área a tratar. Esta distribuição de água deve organizar-se de modo a fazer-se de forma rápida e contínua.


A compactação da camada será obrigatoriamente efetuada por cilindro vibrador, seguida da compactação com cilindros de pneus, por forma a ser atingida a compactação relativa mínima exigida.

### Ø Controlo e Aceitação

A compactação relativa, referida ao ensaio de Proctor Modificado, deve ser superior a 97% em toda a área e espessura da camada, e o teor em água não poderá diferir em mais de 15% do teor ótimo obtido no ensaio de referência. Nos ensaios de carga em placa deve ser atingido o módulo de elasticidade em recarga Ev2 de 80 MPa

## Tolerâncias geométricas na camada de coroamento

Espessura da camada: A espessura da camada de coroamento, medida na vertical, não poderá ser inferior ao definido nas peças de projeto nem exceder esse valor em 20 mm.

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FET- Camada de Coroamento (Ferrovias)

## Ø Ensaios

O controlo de construção será efetuado tendo em atenção os ensaios de laboratório e de campo, à semelhança do procedimento seguido noutras camadas. No quadro seguinte apresenta-se a frequência de mínima para cada tipo de ensaio de laboratório a frequência preconizada para o controlo de compactação.

Quadro - Frequência de ensaios em laboratório

Designação	Frequência (1 ensaio por m <sup>3</sup> )
Compactação pesada	150
Compactação normal	150
Análise granulométrica	150
Limites de Atterberg	150
Azul de metileno	150
Equivalente de areia	150
Índice de Fragmentação Los Angeles	150
Resistência ao Desgaste Micro Deval	150
Ensaio CBR	150
Ensaio de permeabilidade	250


Quadro - Frequência de ensaios in situ

Designação	Frequência (1 ensaio por ... m <sup>3</sup> )
Teor em água e baridade in situ (método nuclear)	10
Teor em água e baridade in situ	150
Ensaio de Carga com Placa (Placa de 600mm)	150

Nota: O resultado do ensaio de carga com placa é mandatório. Assim, independentemente dos valores obtidos no controlo de compactação a rejeição da camada pode ser determinada pelo resultado não satisfatório neste ensaio

## Ø Referências Técnicas e Normativas

- ASTM D 1557: 2000, Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort;
- ASTM D 2922: 2001, Test Methods for Density of Soil and Soil-Aggregate in Place by Nuclear Methods;
- ASTM 3017: 1996, Test Methods for Water Content of Soil and Rock In-Place by Nuclear Methods


	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDICÕES TÉCNICAS ProNIC FET- Camada de Coroamento (Ferrovias)

(Shallow Depth);

- LNEC E 204: 1967, Solos - Determinação da baridade seca "in situ" pelo método da garrafa de areia;
- NF P 94-117-1: 2000, Sols: reconnaissance et essais. Portance des plates-formes - Partie 1: Module sous chargement statique à la plaque (EV2);
- NP EN 932-1: 2001, Ensaios para determinação das propriedades gerais dos agregados - Parte1: Métodos de amostragem;
- NP EN 932-2: 1999, Ensaios para determinação das propriedades gerais dos agregados - Parte 2: Métodos de redução de amostras laboratoriais;
- NP EN 933-1: 2000, Ensaios de propriedades geométricas dos agregados - Parte 1: Análise granulométrica. Método de peneiração;
- NP EN 933-2: 1999, Ensaios de propriedades geométricas dos agregados - Parte 2: Determinação da distribuição granulométrica. Peneiros de ensaio, dimensão nominal das aberturas;
- NP EN 933-3: 2002, Ensaios de propriedades geométricas dos agregados - Parte 3: Determinação da forma das partículas. Índice de achatamento;
- NP EN 933-9: 2002, Ensaios de propriedades geométricas dos agregados - Parte 9: Determinação do teor de finos. Ensaio do azul de metileno;
- NP EN 1097-1: 2002 Ensaios para determinação das propriedades mecânicas e físicas dos agregados - Parte 1: Determinação da resistência ao desgaste (micro Deval);
- NP EN 1097-2: 2002, Ensaios para determinação das propriedades mecânicas e físicas dos agregados - Parte 2: Método de determinação da resistência á fragmentação;
- NP EN 1744-1: 2000, Ensaios para determinação das propriedades químicas dos agregados - Parte 1: Análise química.

## Ø Critérios de Medição

A execução da camada de coroamento será medida em m3.

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDICÕES TÉCNICAS ProNIC FET- Camada de Coroamento (Ferrovias)


### Ø Riscos Associados

Os principais riscos potenciais identificados no manuseamento e armazenamento de agregados estão associados à queda de objetos, atropelamentos, esmagamentos e eletrocussão.

Devem ser tomadas as medidas preventivas relacionadas com a verificação do funcionamento apropriado de todos os elementos do equipamento, o correto manuseamento do mesmo e a utilização do equipamento de proteção individual (vestuário adequado, botas de segurança, capacete e luvas) por forma a diminuir os riscos acima indicados.

### Ø Outras Disposições

### Ø Manutenção

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDICÕES TÉCNICAS ProNIC FET- Camada de sub-balastro (Ferrovias)

## Ø Definição do Trabalho

### Camada de sub-balastro

Camada sobre a qual assenta o balastro, construída com o objetivo de assegurar o bom comportamento da via, do ponto de vista da manutenção da sua geometria. Esta camada contribui para a correta degradação das cargas e das vibrações transmitidas em profundidade, e para a evacuação das águas de circulação superficial, impedindo a contaminação do balastro e a erosão da plataforma de terraplenagem. A camada de sub-balastro apresenta \$1 [m] de espessura em material \$2 e \$3 [m] em material \$4.

O conjunto de trabalhos a realizar incluem fornecimento e transporte dos materiais, carga, descarga e colocação no local de aplicação e todos os trabalhos necessários a` sua execução, de acordo com as condições especificadas no caderno de encargos.

### Definições dos termos utilizados

Agregado: Material granular utilizado na construção, o agregado pode ser natural, artificial ou reciclado.

Baridade in situ do agregado: Relação entre a massa das partículas e o volume total ocupado pelas partículas e pelos vazios entre partículas.

Centro de produção: Instalação onde se realiza a quebra, seleção, mistura e preparação final de materiais aplicáveis na construção de camadas de sub-balastro.

Coefficiente de uniformidade (Cu):  $Cu = D_{60} / D_{10}$


Coefficiente de curvatura (Cc):  $Cc = D_{30}^{*2} / D_{60} \times D_{10}$

em que Dxé a dimensão das partículas tal que x%, em peso, do material é constituído por partículas mais finas do que D60.

Coefficiente Los Angeles (LA): Coeficiente obtido a partir dos resultados do ensaio de determinação da resistência à fragmentação de um agregado. O documento normativo que estabelece o procedimento para a realização deste ensaio é a NP EN 1097-2.

Coefficiente micro-Deval Húmido (MDE): Coeficiente obtido a partir dos resultados do ensaio de determinação da resistência ao desgaste de um agregado. O documento normativo que estabelece o procedimento para a realização deste ensaio é a NP EN 1097-1.

Ensaio Proctor: Ensaio de compactação que permite determinar a relação entre o teor em água e o peso volúmico seco

	LNEC OBRA FERROVIAS
<b>Via-férrea</b>	<p style="text-align: center;"> <b>CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC</b>  <b>FET- Camada de sub-balastro (Ferrovias)</b> </p>

de um agregado (curva de compactação).

Finos de um agregado: Percentagem, em peso, do agregado que passa no peneiro de dimensão 0,063 mm. Este valor indica a proporção de argila e silte contidos na amostra.

Plataforma de terraplenagem: Superfície de apoio do balastro ou da camada de sub-balastro, quando existe. Corresponde ao terreno "in situ", nos casos em que a via férrea se desenvolve em escavação ou à parte superior do aterro, quando a via férrea se desenvolve em aterro. Pode ainda corresponder à superfície da camada de coroamento.

Teor em água de um agregado (w): Relação, em peso, entre a quantidade de água existente numa dada massa de agregado e o peso das partículas sólidas existentes na mesma massa.

## Ø Materiais


O material a utilizar na camada de sub-balastro resultará de extração em pedreira ou de escavação em linha ou em áreas de empréstimo seguido de quebra e seleção, com ou sem mistura de agregados naturais. Este material não pode conter fragmentos de madeira, matéria orgânica, metais, plásticos, rochas alteradas nem materiais tixotrópicos, expansivos, solúveis, putrescíveis, combustíveis ou poluentes (resíduos industriais). A presença de matéria orgânica, deve ser avaliado segundo a norma NP EN 1744-1.

A camada de sub-balastro deve ser composta por materiais granulares britados de origem granítica, de forma a garantir as funções a que se destina, e deve preencher pelo menos três requisitos, nomeadamente:

- Elevado grau de impermeabilidade;
- Capacidade de carga;
- Capacidade de filtro, em relação ao solo de fundação,

O agregado britado a utilizar deverá ser bem graduado, cumprindo os seguintes requisitos:

- Dimensão máxima .....31,5  
cm
- Coeficiente de uniformidade (Cu) ..... > 6
- Coeficiente de curvatura (Cc) ..... 1 a 3
- Valor de azul de metileno (MB) multiplicado pela percentagem da fração passada no peneiro 2 mm < 1

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDICÕES TÉCNICAS ProNIC FET- Camada de sub-balastro (Ferrovias)

- Índice de achatamento (FI) ..... < 20
- Coeficiente Los Angeles (LA)..... <= 25%
- Coeficiente micro-Deval húmido (MDE) ..... <= 18%
- LA + MDE ..... < 40%
- Coeficiente de permeabilidade (K) ..... <  $10^{-6}$  m/s

A curva granulométrica deve ajustar-se ao fuso apresentado no Quadro 1.

Quadro – Fuso granulométrico do sub-balastro

Peneiros NP EN 932 - 2 (mm)	Percentagem acumulada passada (%)
40	100
31,5	90 – 100
20	70 – 90
16	62 – 85
8	46 – 66
4	32 – 52
2	24 – 40
0,5	11 – 24
0,250	8 – 19
0,063	4–8


### Ø Trabalhos Preparatórios

Não será permitida a colocação do sub-balastro sem que esteja concluída a camada de leito subjacente e efetuados os trabalhos de drenagem superficial e profunda previstos no projeto.

Antes de se iniciar o espalhamento dever-se-á proceder à humificação da superfície da camada subjacente.

### Ficha de receção da fundação

Antes de ser construída a camada de sub-balastro, o Adjudicatário elaborará uma Ficha de receção da camada

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FET- Camada de sub-balastro (Ferrovias)

adjacente da camada de sub-balastro que será aprovada pela Fiscalização.

### **Piquetagem da camada de sub-balastro**

O Adjudicatário colocará estacas que servirão de referência para garantir a construção da camada com a geometria adequada, em planta e perfil, mediante topografia com precisão adequada. As estacas colocar-se-ão de forma sistemática ao longo do eixo da plataforma e em ambos os bordos, com o espaçamento correspondente ao dos perfis transversais de projeto, não excedendo em qualquer situação o espaçamento máximo de 25m, em pontos singulares (zonas de mudança de geometria em planta ou perfil longitudinal, alargamento da plataforma, concordâncias e transições) e em qualquer outro ponto determinado pela Fiscalização. As estacas serão niveladas e devem ser tomados os cuidados necessários para que a função impermeabilizante desta camada não se perca. As coordenadas das estacas obter-se-ão através da rede de apoio topográfico da obra.

### **Ø Processo/Modo de Execução**

A camada de sub-balastro, constituída pelos materiais especificados anteriormente, deverá ter uma pendente transversal de 3 a 4% e ser executada em camadas máximas de 25 cm. Se a camada tiver uma espessura superior a 25 cm, deverá ser feita em duas ou mais camadas com 15, 20 ou 25 cm de espessura cada.

O espalhamento e a regularização da camada serão realizados em simultâneo e de tal forma que a sua espessura, depois da compactação, seja a prevista no projeto. O espalhamento deve ainda ser feito regularmente e de modo a evitar a segregação dos materiais, não sendo de forma alguma permitidas bolsadas de material fino ou grosso.


Se durante o espalhamento se formarem rodeiras, vincos, ou qualquer outro tipo de marca inconveniente que não possa facilmente ser eliminada pela compactação, deve proceder-se à escarificação da camada e à homogeneização e regularização da superfície.

As manchas superficiais que evidenciam segregação do material, não podem ser corrigidas com adição de material fino.

Se, antes de se iniciar a compactação, se verificar que os materiais utilizados não têm o teor em água adequado, deve proceder-se à sua correção. Para isso deve escarificar-se a camada e deixar ajustar o teor em água por secagem ou outro meio, no caso de ele estar em excesso, ou, no caso contrário, proceder a uma distribuição uniforme de água, empregando-se carros tanques de pressão cujo jato deverá, quando possível, cobrir a largura total da área a tratar. Esta distribuição de água deve organizar-se de modo a fazer-se de forma rápida e contínua.

A superfície final desta camada deverá apresentar-se lisa, uniforme, isenta de fendas, ondulações ou material solto, respeitar os perfis transversais e longitudinais do projeto, não podendo, em qualquer ponto, apresentar diferenças superiores a 1,5 cm em relação aos perfis longitudinal e transversal estabelecidos, nem apresentar irregularidades superiores a 1 cm, no sentido longitudinal e 1,5 cm no sentido transversal, quando medidas com régua de 3 m.



	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FET- Camada de sub-balastro (Ferrovias)

## Ø Controlo e Aceitação

A camada de sub-balastro, depois de executada, deverá ser sujeita à avaliação da compactação relativa e do módulo de deformabilidade na recarga (Ev2), com a periodicidade definida nas condições técnicas do projeto.

Nos ensaios de carga em placa deve ser atingido o módulo de elasticidade em recarga Ev2 de 120 MPa.

A compactação relativa, referida ao ensaio de compactação pesada, deve ser superior a 98% em toda a área e espessura da camada, e o teor em água não poderá diferir em mais de 15% do teor ótimo obtido no ensaio de referência.


### Trechos experimentais

Para cada tipo de material a utilizar na camada de sub-balastro, o Adjudicatário construirá um trecho experimental, com o objetivo de aferir o procedimento construtivo e os meios mais adequados para a execução da camada, de modo a obter as características físicas e mecânicas exigidas no projeto de execução. **</o:p style="font-weight:bold;">**

Os trechos experimentais realizar-se-ão sobre uma camada devidamente rececionada, representativa da camada sobre a qual vai assentar a camada de sub-balastro, devendo ter uma extensão mínima de 100 m e uma largura igual à da plataforma. No caso de não se poder executar o trecho experimental sobre a plataforma da via em execução, o comprimento mínimo do trecho experimental será de 50 m.

Estes trabalhos deverão ser realizados pelo Adjudicatário e a seu cargo, não sendo objeto de qualquer custo adicional para o Dono de Obra. Para a realização destes trabalhos o Adjudicatário deverá apresentar um plano de execução que será aprovado pela Fiscalização.

- Após a construção do trecho experimental, o Adjudicatário elaborará um relatório onde coligirá toda a informação possível do processo construtivo. A informação mínima será a seguinte:
- Métodos utilizados na carga e no transporte dos materiais;
- Número de camadas elementares e espessura das mesmas;
- Metodologia e meios utilizados na colocação em obra;
- Métodos de humedificação e arejamento empregues para obtenção do teor em água ótimo;

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FET- Camada de sub-balastro (Ferrovias)

- Tipo e número de equipamentos de compactação utilizados;
- Velocidade e número de passagens do equipamento.

Adicionalmente, o Adjudicatário realizará nestes trechos todos os ensaios de controlo necessários para comprovar as características exigidas para a camada de sub-balastro. Os trechos experimentais que evidenciem características iguais ou superiores às exigidas, considerar-se-ão de referência, podendo permanecer como parte integrante da obra, sempre que a Fiscalização o autorize. Caso contrário serão removidos pelo Adjudicatário.

### Controlo da qualidade


O controlo da qualidade na produção do material será realizado por iniciativa do produtor e a seu custo, com a finalidade de garantir, internamente, a qualidade da sua produção, não sendo objeto desta Instrução Técnica. O controlo da qualidade de receção do material, definido nos subcapítulos seguintes, será realizado por iniciativa do Adjudicatário e custeado por este. Este controlo será realizado no centro de produção e em zonas de armazenamento, assim como durante a fase de aplicação em obra. O Adjudicatário constituirá um arquivo documental de todas as ações de controlo realizadas, que estará a todo o momento à disposição do Dono de Obra.

Controlo da receção no centro de produção e em zonas de armazenamento: O Produtor deverá realizar uma inspeção visual periódica da zona de extração, que permita controlar as eventuais mudanças de origem, qualidade e homogeneidade do material. Para efeitos de controlo, o material produzido dividir-se-á em lotes de receção, definidos cada um pela menor das seguintes quantidades:

- Volume de 1000 m<sup>3</sup>;
- Volume a rececionar numa semana.

A recolha de amostras e a sua preparação realizar-se-á de acordo com as normas NP EN 932-1 e NP EN 932-2. A amostra total dividir-se-á (redução por quarteio) em, pelo menos, três amostras de laboratório, duas para a realização dos ensaios pelo Produtor e pela Fiscalização e a terceira, deverá ser convenientemente armazenada e selada, para eventual realização de ensaios de contraprova. Para cada lote de receção realizar-se-á um controlo normal, constituído pelos seguintes ensaios: ?

- Análise granulométrica;
- Ensaio de fragmentação coeficiente Los Angeles;
- Ensaio de desgaste micro-Deval Húmido;
- Ensaio de Azul de Metileno;

	LNEC <b>OBRA FERROVIAS</b>
<b>Via-férrea</b>	<b>CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC</b> <b>FET- Camada de sub-balastro (Ferrovias)</b>

- Índice de achatamento.

A determinação do coeficiente de permeabilidade e da presença de matéria orgânica ? deve ser feita por cada 5 000 m<sup>3</sup> fornecidos; no caso de fornecimentos isolados o material deverá ser sempre sujeito a este ensaio.

Os resultados de todos os ensaios deverão cumprir as exigências já referidas anteriormente. No caso de algum lote não cumprir algumas das especificações, o lote será rejeitado, dando lugar às correções necessárias no processo de produção. Quando tenham sido aceites cinco lotes de receção consecutivos, poder-se-á aplicar aos seguintes um controle reduzido que consiste em:

Para cada lote:

- Análise granulométrica;
- Azul de Metileno;
- Índice de achatamento.


Por cada grupo de cinco lotes, será escolhido de forma aleatória um lote, sobre o qual se realizarão, ainda, os seguintes ensaios: ?

- Ensaio de fragmentação de Los Angeles;
- Ensaio de desgaste micro-Deval Húmido.

No caso de um lote não cumprir alguma delas, o lote será rejeitado, dando lugar às correções necessárias no processo de produção, voltando-se à situação de controlo normal, ou seja, volta-se a uma situação de início de produção, começando pelo lote seguinte ao último em que se fizeram a bateria completa de ensaios com resultado satisfatório. ? O transporte e manuseamento do material a aplicar na construção da camada de sub- balastro após a sua caracterização deve ser realizado com as devidas precauções de modo a não haver alteração das suas características. ?

Controlo durante a aplicação em obra: Cada camada de material colocado sobre a plataforma será dividida em lotes de aplicação, definido, cada um, pela menor das seguintes quantidades:

- Superfície de 3000 m<sup>2</sup>;
- Superfície correspondente a uma extensão de 300 m em via única ou de 200 m em via dupla;
- Superfície aplicada no dia;

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDICÕES TÉCNICAS ProNIC FET- Camada de sub-balastro (Ferrovias)

- A cada um destes lotes, antes da sua aplicação, será realizado;
- Um ensaio Proctor Modificado (ASTM D1557).

O teor em água do material, determinado após o espalhamento e imediatamente antes da compactação, deverá ser próximo do teor em água ótimo determinado no Ensaio Proctor Modificado, aceitando-se, no máximo, uma variação de 2% em relação àquele valor.

A cada lote de aplicação, uma vez realizadas as passagens previstas com o equipamento de compactação, serão efetuados

- Seis ensaios de determinação da Baridade seca "in situ" pelo método da garrafa de areia (LNEC, E 204). Estes ensaios também podem ser realizados por métodos nucleares de medição rápida, segundo as normas ASTM D-2922 e ASTM D-3017, sempre que esteja garantida a correta calibração dos equipamentos. A média dos seis valores da baridade seca será maior ou igual à baridade seca máxima obtida no Ensaio Proctor Modificado realizado para o material desse lote (valor de referência). No máximo dois dos seis resultados, poderão ser inferiores ao valor de referência, mas deverão em todos os casos ser superiores a 98% desse valor;
- Uma inspeção visual contínua para analisar o aspeto da camada de sub-balastro à passagem do equipamento pesado, com o objetivo de localizar os pontos que evidenciem comportamento anómalo;
- Um ensaio de carga com placa, segundo a norma NF P 94 117-1, realizando um primeiro ciclo de carga, seguido de uma descarga e um segundo ciclo de carga, utilizando uma placa de 600 mm de diâmetro.


Serão cumpridas as seguintes exigências:

$$EV2 \geq 120 \text{ MPa}$$

e

$$EV2 / EV1 \leq 2,2$$

A frequência da determinação do módulo de deformabilidade pelo ensaio de carga com placa poderá ser alterada desde que seja utilizado de forma complementar um método ? que permita a obtenção dos valores do módulo de deformabilidade (*EV1* e *EV2*) em contínuo, desde que aprovado pela Fiscalização. No caso de não se obter o resultado exigido, o lote será recompactado até que o resultado seja alcançado. Se, excepcionalmente, não for obtido, será estudado o motivo deste insucesso, modificando-se as condições dos materiais, o seu teor em água ou o método de compactação, devendo ser retirada a camada de sub-balastro caso não se atinjam as características exigidas. A recolha de amostras e os ensaios "in situ" serão realizados em pontos seleccionados pela Fiscalização mediante uma amostragem aleatória.

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDICÕES TÉCNICAS ProNIC FET- Camada de sub-balastro (Ferrovias)

#### Controlo adicional

A Fiscalização realizará, quer no centro de produção ou em zonas de armazenagem intermédias, quer na própria obra, todos os controlos que julgue oportunos para o efetivo cumprimento das especificações referidas. Para estas operações o Adjudicatário prestará a colaboração que lhe seja requerida.

#### Tolerâncias geométricas na camada de sub-balastro

**Nivelamento:** Antes da execução da camada de sub-balastro, a tolerância no que se refere à cota da superfície da plataforma de terraplenagem, relativamente ao definido nas peças de projeto, estará compreendida no intervalo (- 30 mm a + 15 mm). As tolerâncias para a superfície superior da camada do sub-balastro (plataforma da via) serão as seguintes:

- Em qualquer ponto 15 mm, em relação ao definido nas peças de projeto e medido na vertical;
- As variações (irregularidades), aplicando uma régua de 3 m de comprimento, na direção paralela e perpendicular ao eixo da via, não serão superiores a 10 mm.

**Espessura da camada:** A espessura da camada de sub-balastro, medida na vertical, não poderá ser inferior ao definido nas peças de projeto nem exceder esse valor em 20 mm.


**Largura da camada:** A largura da camada de sub-balastro não poderá ser inferior ao definido nas peças de projeto, nem exceder em 50 mm a largura medida, na perpendicular e segundo o plano horizontal, entre o eixo da plataforma da via e o limite desta.

**Inclinação transversal:** A tolerância relativamente à inclinação transversal da camada de sub-balastro, em relação ao definido nas peças de projeto, será de 1%. Em caso algum a inclinação transversal será inferior a 3%. Os troços em que se excedam as referidas tolerâncias serão corrigidos pelo Adjudicatário, com os respetivos custos a seu cargo.

Para a realização desta correção deverá escarificar-se o material numa profundidade mínima de 150 mm, adicionando ou retirando o material necessário, voltando a compactar, nivelando e controlando de acordo com as regras referidas anteriormente.

#### Ø Ensaios

O controlo de construção será efetuado tendo em atenção os ensaios de laboratório e de campo, à semelhança do procedimento seguido noutras camadas. Nos quadros seguintes apresentam-se a frequência de mínima para cada tipo

 <b>Via-férrea</b>	<b>LNEC</b> <b>OBRA FERROVIAS</b>  <b>CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC</b> <b>FET- Camada de sub-balastro (Ferrovias)</b>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

de ensaio de laboratório a frequência preconizada para o controlo de compactação.

Quadro 2– Frequência de ensaios em laboratório

Designação	Frequência (1 ensaio por ...m3)
Compactação pesada	150
Compactação normal	150
Análise granulométrica	150
Limites de Atterberg	150
Azul de metileno	150
Equivalente de areia	150
Índice de Fragmentação Los Angeles	150
Resistência ao Desgaste Micro Deval	150
Ensaio CBR	150


Quadro 3– Frequência de ensaios in situ

Designação	Frequência (1 ensaio por ... m3)
Teor em água e baridade in situ (método nuclear)	10
Teor em água e baridade in situ	100
Ensaio de Carga com Placa (Placa de 600mm)	100

*Nota: O resultado do ensaio de carga com placa é mandatório. Assim, independentemente dos valores obtidos no controlo de compactação a rejeição da camada pode ser determinada pelo resultado não satisfatório neste ensaio.*

## Ø Referências Técnicas e Normativas

- REFER - IT.GEO.006 – Características Técnicas do Sub-Balastro.
- ASTM D 1557: 2000, Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort
- ASTM D 2922: 2001, Test Methods for Density of Soil and Soil-Aggregate in Place by Nuclear Methods;
- ASTM 3017: 1996, Test Methods for Water Content of Soil and Rock In-Place by Nuclear Methods (Shallow Depth);
- LNEC E 204: 1967, Solos - Determinação da baridade seca "in situ" pelo método da garrafa de areia;
- NF P 94-117-1: 2000, Sols: reconnaissance et essais. Portance des plates-formes - Partie 1: Module sous chargement statique à la plaque (EV2) ;


	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDICÕES TÉCNICAS ProNIC FET- Camada de sub-balastro (Ferrovias)

- NP EN 932-1: 2001, Ensaios para determinação das propriedades gerais dos agregados - Parte 1: Métodos de amostragem;
- NP EN 932-2: 1999, Ensaios para determinação das propriedades gerais dos agregados - Parte 2: Métodos de redução de amostras laboratoriais;
- NP EN 933-1: 2000, Ensaios de propriedades geométricas dos agregados - Parte 1: Análise granulométrica. Método de peneiração;
- NP EN 933-2: 1999, Ensaios de propriedades geométricas dos agregados - Parte 2: Determinação da distribuição granulométrica. Peneiros de ensaio, dimensão nominal das aberturas;
- NP EN 933-3: 2002, Ensaios de propriedades geométricas dos agregados - Parte 3: Determinação da forma das partículas. Índice de achatamento;
- NP EN 933-9: 2002, Ensaios de propriedades geométricas dos agregados - Parte 9: Determinação do teor de finos. Ensaio do azul de metileno;
- NP EN 1097-1: 2002 Ensaios para determinação das propriedades mecânicas e físicas dos agregados - Parte 1: Determinação da resistência ao desgaste (micro Deval);
- NP EN 1097-2: 2002, Ensaios para determinação das propriedades mecânicas e físicas dos agregados - Parte 2: Método de determinação da resistência á fragmentação;
- NP EN 1097-5: 2002, Ensaios para determinação das propriedades mecânicas e físicas dos agregados - Parte 5: Determinação do teor de humidade por secagem em estufa ventilada;
- NP EN 1744-1: 2000, Ensaios para determinação das propriedades químicas dos agregados - Parte 1: Análise química.

### Ø Critérios de Medição

A execução da camada de sub-balastro será medida por volume (m3) ou pela sua pesagem (ton).

### Ø Riscos Associados

	LNEC OBRA FERROVIAS
<b>Via-férrea</b>	<p style="text-align: center;"> <b>CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC</b>  <b>FET- Camada de sub-balastro (Ferrovias)</b> </p>

Os principais riscos potenciais identificados no manuseamento e armazenamento de agregados estão associados à queda de objetos, atropelamentos, esmagamentos e eletrocussão.

Devem ser tomadas as medidas preventivas relacionadas com a verificação do funcionamento apropriado de todos os elementos do equipamento, o correto manuseamento do mesmo e a utilização do equipamento de proteção individual (vestuário adequado, botas de segurança, capacete e luvas) por forma a diminuir os riscos acima indicados.

## Ø Outras Disposições


### Requisitos prévios ao espalhamento do balastro

Uma vez terminada a camada de sub-balastro deve impedir-se a circulação de veículos pesados sobre a mesma. Caso contrário, e se forem produzidas rodeiras ou deformações não admissíveis, o Adjudicatário deverá levantar e repor a camada numa superfície não inferior a 6 x 6 m<sup>2</sup>, assegurando a homogeneidade do conjunto, cuidando especialmente das zonas de contato e realizando o controlo. Antes do espalhamento do balastro, e se este não for realizado imediatamente após o acabamento da camada de sub-balastro, será repetido o controlo do acabamento superficial da camada de sub-balastro, de acordo com o estabelecido no capítulo das tolerâncias geométricas do sub-balastro, e serão executadas as correções de acordo com o exposto anteriormente.

A camada de sub-balastro não deverá ser perfurada, salvo para a realização ensaios de controlo da qualidade e para a execução das estruturas definidas em projeto. Neste caso, deverá ser assegurada a impermeabilização no contacto.


## Ø Manutenção



	LNEC OBRA FERROVIAS
<b>Via-férrea</b>	CONDIÇÕES TÉCNICAS (ProNIC)

## CONDIÇÕES TÉCNICAS


### MATERIAIS

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS (ProNIC)

## INDICE DE CAPÍTULOS

### Condições Técnicas de Materiais

Capítulo	Material
Capítulo 1	MAT - Agregado para trabalhos ferroviários
	MAT - Cimento
	MAT - Água
Capítulo 3	MAT - Agregado para sub-balastro (Via férrea)
	MAT - Agregado para trabalhos ferroviários

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FMAT- Agregado para Balastro e sub-balastro (Via férrea)

## Ø Definição do Material

Agregado

Material granular utilizado na construção. Os agregados podem ser naturais, artificiais ou reciclados.

Esta ficha refere-se a agregados obtidos a partir do processamento de materiais naturais, artificiais ou reciclados, utilizados na construção de vias férreas. Nesta ficha, o agregado é referido como balastro.

### Definições relacionadas com o material

Balastro – Agregado utilizado na construção de vias férreas no qual 100% da superfície das suas partículas é britada.

Balastro natural – Agregado de origem mineral que foi sujeito apenas a processamento mecânico.

Balastro artificial – Balastro de origem mineral resultante de um processo industrial compreendendo modificações térmicas ou outras.

Agregado reciclado – Balastro resultante do processamento de balastro anteriormente utilizado.

Dimensão do balastro – Designação do balastro em termos de abertura do peneiro inferior (d) e do superior (D). Esta designação refere-se às partículas retidas no peneiro superior (sobre tamanho) e de algumas que passam no peneiro inferior (subtamanho).

Partículas finas – Fração de partículas do balastro que passa no peneiro de 0,5 mm.

Finos – fração de partículas do balastro que passa no peneiro de 0,063 mm.

Categoria – nível de uma propriedade de um agregado expresso por um intervalo de valores ou por um valor limite.


## Ø Dominio de Aplicação

Produtos utilizados na realização de trabalhos de construção de vias férreas no âmbito da EN 13450.

## Ø Composição

Os constituintes dos agregados dependem da natureza da matéria prima que lhes dá origem. A adequação dos agregados é estabelecida através dos requisitos e das limitações de teores de alguns constituintes, conforme especificado na EN 13450.

## Ø Características e Propriedades

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDICÕES TÉCNICAS ProNIC FMAT- Agregado para Balastro e sub-balastro (Via férrea)

A dimensão do balastro deve ser designada utilizando um par de aberturas de peneiros, em milímetros, sendo  $d$  a designação do limite superior e entre os quais se situa a maior parte da sua distribuição granulométrica.

Para o balastro,  $D$  é igual a 50 mm ou a 63 mm e  $d$  é igual a 31,5 mm.

A granulometria do balastro, determinada de acordo com a EN 933-1<sup>\*)</sup>, deve ser declarada pela correspondente categoria específica.


Os requisitos e as propriedades a especificar para a avaliação da aptidão para as diferentes utilizações do balastro encontram-se incluídos:

#### Requisitos geométricos (secção 6 da EN 13450)

- Dimensão do balastro;
- Granulometria;
- Teor de partículas finas;
- Teor de finos;
- Índice de achatamento;
- Índice de forma;
- Comprimento das partículas.

#### Requisitos físicos (secção 7 da EN 13450)

- Resistência à fragmentação do balastro;
- Resistência ao desgaste por atrito do balastro;
- Resistência ao gelo e ao degelo;
- Massa volúmica das partículas;
- Absorção de água;


	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FMAT- Agregado para Balastro e sub-balastro (Via férrea)

- "Sonnenbrand";

## Ø Aplicação

## Ø Referências Técnicas e Normativas

- NP EN 932-1:2002 – Ensaio das propriedades gerais dos agregados. Parte 1: Métodos de amostragem
- NP EN 932-2:2002 – Ensaio das propriedades gerais dos agregados. Parte 2: Métodos de redução de amostras
- NP EN 932-3:2000 – Ensaio das propriedades gerais dos agregados. Parte 3: Método e terminologia para a descrição
- NP EN 932-5:2003 – Ensaio das propriedades gerais dos agregados. Parte 5: Equipamento comum e calibração.
- NP EN 933-1:2000 – Ensaio das propriedades geométricas dos agregados. Parte 1: Análise granulométrica. Método
- NP EN 933-3:2002 – Ensaio das propriedades geométricas dos agregados. Parte 3: Determinação da forma das
- NP EN 933-4:2002 – Ensaio das propriedades geométricas dos agregados. Parte 4: Determinação da forma das
- NP EN 1097-1:2002 – Ensaio das propriedades mecânicas e físicas dos agregados. Parte 1: Determinação (Deval).
- NP EN 1097-2:2002 – Ensaio das propriedades mecânicas e físicas dos agregados. Parte 2: Métodos para fragmentação.
- NP EN 1097-6:2003 – Ensaio das propriedades mecânicas e físicas dos agregados. Parte 6: Determinação da água.
- NP EN 1367-1:2003 – Ensaio das propriedades térmicas e de meteorização dos agregados. Parte 1: Determinação
- NP EN 1367-2:2002 – Ensaio das propriedades térmicas e de meteorização dos agregados - Parte 2: Ensaio do
- NP EN 1367-3\* – Ensaio das propriedades térmicas e de meteorização dos agregados - Parte 3: Ensaio de ebulição
- NP EN 12620:2004 – Agregados para betão.
- NP EN 13043:2004 – Agregados para misturas betuminosas e tratamentos superficiais para estradas, aeroportos e

	LNEC OBRA FERROVIAS
<b>Via-férrea</b>	<p style="text-align: center;"> <b>CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC</b>  <b>FMAT- Agregado para Balastro e sub-balastro (Via férrea)</b> </p>

- NP EN 13055-1\* – Agregados leves. Parte 1: Agregados leves para betão, argamassas e caldas de injeção.
- NP EN 13139:2005 – Agregados para argamassas.
- NP EN 13242\* – Agregados para materiais tratados com ligantes hidráulicos e materiais não tratados utilizados e construção rodoviária.
- NP EN 13383-1\* – Enrocamentos. Parte 1: Especificações.

### Ø Marcas de Qualidade e Certificações


O sistema de atestação da conformidade aplicável aos agregados para materiais não ligados e tratados com ligantes hidráulicos dependendo dos requisitos de segurança.

Obtida a conformidade, para os agregados sujeitos ao sistema 2+, com os requisitos do Anexo ZA da EN 13450, o produtor deve conformidade, a qual habilita o produtor a fixar a marcação CE. Esta declaração deve incluir:

- Nome e morada do produtor, ou do seu representante autorizado estabelecido no EEE, e o local de produção;
- Descrição do produto (tipo, identificação, utilização, ...) e uma cópia da informação que acompanha a marcação CE;
- Disposições com as quais o produto se encontra em conformidade (Anexo ZA da EN 13450);
- Condições particulares aplicáveis à utilização do produto (como, por exemplo, disposições para a utilização sob determin
- Número do certificado de controlo da produção em fábrica que o acompanha;
- Nome e função da pessoa habilitada a assinar a declaração em nome do produtor ou do seu representante autorizado.

A declaração deve ser acompanhada por um certificado da produção em fábrica, emitido pelo organismo notificado, o qual deve acima mencionada, o seguinte:

- Nome e morada do organismo notificado;
- Número do certificado de controlo da produção em fábrica;
- Condições e período de validade do certificado, quando aplicável;

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDICÕES TÉCNICAS ProNIC FMAT- Agregado para Balastro e sub-balastro (Via férrea)

- Nome e função da pessoa habilitada para assinar o certificado.

Obtida a conformidade, para os agregados sujeitos ao sistema 4, com os requisitos do Anexo ZA da EN 13450, o produtor deve conformidade, a qual habilita o produtor a fixar a marcação CE. Esta declaração deve incluir:

- Nome e morada do produtor, ou do seu representante autorizado estabelecido no EEE, e o local de produção;
- Descrição do produto (tipo, identificação, utilização, ...) e uma cópia da informação que acompanha a marcação CE;
- Disposições com as quais o produto se encontra em conformidade (Anexo ZA da EN 13242);
- Condições particulares aplicáveis à utilização do produto (como, por exemplo, disposições para a utilização sob determin
- Nome e função da pessoa habilitada a assinar a declaração em nome do produtor ou do seu representante autorizado.

#### **Avaliação da conformidade**

O produtor é responsável pela realização das ações destinadas a assegurar que o produto está conforme com a EN 13450 aplicável.

Com esta finalidade, o produtor deve:

- Realizar os ensaios de tipo iniciais conforme estabelecido no ponto 9.2 da EN 13450;
- Ter implementado um sistema de controlo da produção em fábrica que satisfaça os requisitos constantes do anexo I da E


#### **Ø Processo de Fabrico**

O processo de fabrico, dependente da origem do material, deve obedecer aos requisitos indicados no Anexo I da EN 13450.

#### **Ø Embalagem, Armazenamento e Conservação**

Devem ser tomadas providências para que a qualidade dos agregados seja mantida durante o seu manuseamento e armazenar ter em conta o seguinte:

- Contaminação do produto;

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDICÕES TÉCNICAS ProNIC FMAT- Agregado para Balastro e sub-balastro (Via férrea)

- Segregação;
- Limpeza do equipamento de manuseamento e das áreas de armazenamento.

O material deve ser armazenado de um modo controlado e por forma a que os locais de armazenamento e os seus conteúdos es

No que se refere ao transporte, quando os agregados forem transportados a granel pode ser necessário cobri-los ou colc contaminação.

Se os agregados forem embalados, os métodos e os materiais utilizados para o efeito não devem contaminá-los ou deteriorá-lc serem alteradas antes destes serem desembalados. Qualquer precaução que, com esta finalidade, seja necessário tc armazenamento embalado deve ser inscrita na embalagem ou nos documentos que a acompanham.

## Ø Riscos e Segurança


Os principais riscos potenciais identificados no manuseamento e armazenamento de agregados estão associados à c esmagamentos e eletrocussão.

Devem ser tomadas as medidas preventivas relacionadas com a verificação do funcionamento apropriado de todos os ele manuseamento do mesmo e a utilização do equipamento de proteção individual (vestuário adequado, botas de segurança, capac riscos acima indicados.

## Ø Ensaios

- Análise granulométrica. Método de peneiração – ensaio efetuado de acordo com a NP EN 933-1:2000;
- Determinação da forma das partículas. Índice de Achatamento (FI) – ensaio efetuado de acordo com a NP EN 933-3
- Determinação da forma das partículas. Índice de forma – ensaio efetuado de acordo com a EN 933-4;
- Determinação do teor de finos (SE). Ensaio do equivalente de areia – ensaio efetuado de acordo com a EN 933-8;
- Determinação do teor de finos (MB). Ensaio do azul de metileno. – ensaio efetuado de acordo com a NP EN 933-9:2
- Determinação da resistência ao desgaste (micro-Deval MDE) – ensaio efetuado de acordo com a NP EN 1097-1:200



	LNEC OBRA FERROVIAS
<b>Via-férrea</b>	<p style="text-align: center;"><b>CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC</b></p> <p style="text-align: center;"><b>FMAT- Agregado para Balastro e sub-balastro (Via férrea)</b></p>

- Resistência à fragmentação (LA) – ensaio efetuado de acordo com a NP EN 1097-2:2002;
- Determinação da massa volúmica e da absorção de água – ensaio efetuado de acordo com a NP EN 1097-6;
- Ensaio sulfato de magnésio (MS) – ensaio efetuado de acordo com a NP EN 1367-2:2002;
- Ensaio de ebulição para basaltos “Sonnenbrand” – ensaio efetuado de acordo com a NP EN 1367-3:2005;
- Ensaio das propriedades químicas dos agregados. Análise química – NP EN 1744-1:2000;
- Preparação de eluatos por leixiviação dos agregados – ensaio efetuado de acordo com a NP EN 1744-3:2005;.

### Ø Restrições e condições de não-aplicação


A utilização dos diferentes tipos de agregados é determinada pelas condições de aplicação dos mesmos, no que se refere designadamente às propriedades mecânicas, físicas, químicas e de durabilidade. Estes requisitos são estabelecidos na norma EN 13450.

### Ø Outras Disposições

#### **Marcação CE e etiquetagem**

O produtor ou o seu representante autorizado estabelecido dentro do EEE é responsável pela afixação da marcação CE. O símbolo deve estar de acordo com a Diretiva 93/68/EC e deve figurar na etiqueta, na embalagem ou nos documentos comerciais que acompanham a guia de remessa. O símbolo da marcação CE deve ser acompanhado da seguinte informação:


- número de identificação do organismo de certificação (apenas para produtos sujeitos ao sistema 2+);
- nome ou marca de identificação e morada da sede social do produtor;
- os dois últimos dígitos do ano em que a marcação foi aposta;
- número do certificado de controlo da produção dos agregados em fábrica (apenas para produtos sujeitos ao sistema 2+);
- referência à presente Norma Europeia;
- descrição do produto: nome genérico, material, dimensões,... e utilização prevista;
- informação relativa às características essenciais relevantes do Quadro ZA.1:


	LNEC OBRA FERROVIAS
<b>Via-férrea</b>	<p style="text-align: center;"> <b>CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC</b>  <b>FMAT- Agregado para Balastro e sub-balastro (Via férrea)</b> </p>

- valores declarados e, quando relevante, nível ou classe/categoria (incluindo a inscrição “aceite” para re necessário) a declarar para cada característica essencial, tal como se indica na coluna “Notas” do Quadro ZA.1; e
- a menção a “Desempenho Não Determinado” (DND) para as características às quais se aplique.

A opção “Desempenho Não Determinado” (DND) não pode ser utilizada quando a propriedade é sujeita a um nível de aceitação DND pode ser utilizada quando e onde a característica, para uma determinada utilização prevista, não for sujeita a requisitos regulados.

*NOTA: A legislação Europeia sem derrogações nacionais não necessita de ser mencionada.*

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FMAT- Agregado para Balastro e sub-balastro (Via férrea)

		
<p style="font-size: 1.2em; margin: 0;"><b>Any Co Ltd, PO Box 21, B-1050</b></p>		
<p style="font-size: 1.2em; margin: 0;">02</p>		
<p style="font-size: 1.2em; margin: 0;"><b>EN 13450</b></p> <p style="font-size: 1.1em; margin: 0;"><b>Agregados para balastro de via férrea</b></p>		
<b>Forma das partículas</b>	Categoria	(p.e. $FI_{15}$ )
<b>Dimensão</b>	Designação	( $d$ & $D$ ) &
	Categoria	(p.e. B)
<b>Massa volúmica das partículas</b>	Valor declarado	( $Mg/m^3$ )
<b>Resistência à fragmentação</b>	Categoria	(p.e. $LA_{R18}$ )
<b>Resistência ao atrito</b>	Categoria	(p.e. $M_{DRB} 5$ )
<b>Limpeza</b>	Categoria	(p.e. B)
<b>Libertação de substâncias perigosas</b>	p.e.: Substância X: $0,2 \mu m^3$	
<b>Durabilidade face ao gelo-degelo</b>	Valor declarado	( $F$ ou $MS$ )
<b>Durabilidade face à meteorização</b>	Valor declarado	( $SB$ )

*Marcação de conformidade  
no símbolo "CE",  
93/68/CEE*


*Nome ou marca de identificação  
sede social*


*Dois últimos dígitos do  
número de identificação*

*Número da Norma  
Descrição*

*Informação sobre as  
propriedades técnicas*

Exemplo de marcação CE para agregados para materiais não ligados ou tratados com ligantes hidráulicos utilizados em trabalhos de engenharia sujeitos ao sistema 2+

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FMAT- Agregado para Balastro e sub-balastro (Via férrea)

		
<p><b>Any Co Ltd, PO Box 21, B-1050</b></p> <p><b>02</b></p>		
<p><b>EN 13450</b></p> <p><b>Agregados para balastro de via férrea</b></p>		
<b>Forma das partículas</b>	Categoria	(p.e. $FI_{1,2}$ )
<b>Dimensão</b>	Designação	(d & D) &
	Categoria	(p.e. B)
<b>Massa volúmica das partículas</b>	Valor declarado	(Mg/m <sup>3</sup> )
<b>Resistência à fragmentação</b>	Categoria	(p.e. $LA_{RI(18)}$ )
<b>Resistência ao atrito</b>	Categoria	(p.e. $M_{DRB(5)}$ )
<b>Limpeza</b>	Categoria	(p.e. B)
<b>Libertação de substâncias perigosas</b>	p.e.: Substância X: 0,2 µm <sup>3</sup>	
<b>Durabilidade face ao gelo-degelo</b>	Valor declarado	(F ou MS)
<b>Durabilidade face à meteorização</b>	Valor declarado	(SB)

*Marcação de conformidade CE no símbolo "CE", definido na Diretiva 93/68/CEE*

*Nome ou marca de identificação e sede social do produtor*


*Dois últimos dígitos do ano de marcação*

*Número da Norma Europeia*

*Descrição do produto e*

*Informação sobre o produto e propriedades regulamentadas*

Exemplo de marcação CE para agregados para materiais não ligados ou tratados com ligantes hidráulicos utilizados em trabalhos de engenharia sujeitos ao sistema 4.

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FMAT- Agregados para trabalhos ferroviários

## Ø Definição do Material

### Agregado

Material granular utilizado na construção. Os agregados podem ser naturais, artificiais ou reciclados.

Esta ficha refere-se a agregados obtidos a partir do processamento de materiais naturais, artificiais ou reciclados, utilizados em trabalhos de engenharia civil, na construção rodoviária e na construção ferroviária.

### Definições relacionadas com o material

Agregado natural – agregado de origem mineral que foi sujeito apenas a processamento mecânico.

Agregado de granulometria extensa – agregado que consiste numa mistura de agregados grossos e agregados finos.

Agregado artificial – agregado de origem mineral resultante de um processo industrial compreendendo modificações térmicas ou outras.

Agregado reciclado – agregado resultante do processamento de materiais inorgânicos anteriormente utilizados na construção.

Dimensão do agregado – designação do agregado em termos de abertura do peneiro inferior (d) e do superior (D), expressa como d/D.

Agregado fino – designação dada aos agregados de menores dimensões em que d é igual a 0 e D é menor ou igual a 6,3 mm. O agregado fino pode ser produzido a partir da desintegração natural de rocha ou de seixo e/ou da sua britagem ou do tratamento de agregados artificiais.

Agregado grosso – designação dada aos agregados de maiores dimensões em que d é maior ou igual a 1 mm e D é maior ou igual a 2 mm.

Finos – fração do agregado que passa no peneiro de 0,063 mm.

Categoria – nível de uma propriedade de um agregado expresso por um intervalo de valores ou por um valor limite. (Nota: Não existe qualquer relação entre as categorias das diferentes propriedades).

Granulometria – distribuição dimensional das partículas que passam numa série especificada de peneiros, expressa pelas percentagens em massa.


## Ø Dominio de Aplicação

Produtos utilizados na realização de trabalhos de engenharia civil, na construção rodoviária e na construção ferroviária como sistemas de drenagem de muros de suporte, camadas de forma, bases de pavimentos, entre outros, no âmbito da EN 13242.

## Ø Composição

Os constituintes dos agregados dependem da natureza da matéria prima que lhes dá origem. A adequação dos agregados em termos da sua constituição é estabelecida através dos requisitos e das limitações de teores de alguns constituintes, conforme especificado na EN 13242.

## Ø Características e Propriedades

	LNEC OBRA FERROVIAS
<b>Via-férrea</b>	<p style="text-align: center;"> <b>CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC</b>  <b>FMAT- Agregados para trabalhos ferroviários</b> </p>

Todos os agregados devem ser definidos em termos das suas dimensões, usando as designações d/D, e devem cumprir os requisitos de granulometria especificados no ponto 4.3 da EN 13242.

As dimensões do agregado devem ser especificadas utilizando um par de aberturas dos peneiros seleccionados no Quadro 1 da EN 13242, compreendendo a série base, a série base mais série 1, ou a série base mais série 2. Não é permitida a combinação de aberturas de peneiros da série 1 e da série 2.

As dimensões do agregado devem ter uma razão D/d não inferior a 1,4.

Os requisitos e as propriedades a especificar para a avaliação da aptidão para as diferentes utilizações dos agregados encontram-se estabelecidos na EN 13242 e incluem:

#### **Requisitos geométricos (secção 4 da EN 13242)**


- Dimensão do agregado;
- Granulometria;
- Forma do agregado grosso;
- Percentagem de partículas esmagadas ou partidas e de partículas totalmente roladas nos agregados grossos;
- Teor de finos;
- Qualidade de finos.

#### **Requisitos físicos (secção 5 da EN 13242)**

- Resistência à fragmentação do agregado grosso;
- Resistência ao desgaste por atrito do agregado grosso;
- Massa volúmica das partículas;
- Absorção de água.

#### **Requisitos químicos (secção 6 da EN 13242)**

- Sulfatos solúveis em ácido;


	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FMAT- Agregados para trabalhos ferroviários

- Enxofre total;
- Constituintes que alteram o tempo de presa e a resistência das misturas tratadas com ligantes hidráulicos;
- Componentes que afetam a estabilidade volumétrica das escórias de alto forno e de aciaria para agregados não tratados;
- Constituintes solúveis em água;
- Impurezas.

## Ø Aplicação

## Ø Referências Técnicas e Normativas

- EN 13242:2002 + A1:2007 – Aggregates for unbound and hydraulically bound materials for use in civil engineering work and road construction.
- NP EN 196-2:2006 – Métodos de ensaio de cimentos. Parte 2: Análise química dos cimentos.
- NP EN 932-3:2002 – Ensaio das propriedades gerais dos agregados. Parte 3: Método e terminologia para a descrição petrográfica simplificada.
- NP EN 932-5:2003 – Ensaio das propriedades gerais dos agregados. Parte 5: Equipamento comum e calibração.
- NP EN 933-1:2000 – Ensaio das propriedades geométricas dos agregados. Parte 1: Análise granulométrica. Método de peneiração.
- NP EN 933-3:2002 – Ensaio das propriedades geométricas dos agregados. Parte 3: Determinação da forma das partículas. Índice de achatamento.
- EN 933-4:2008 – Tests for geometrical properties of aggregates Part 4: Determination of particle shape -Shape index
- NP EN 933-5:2002 – Ensaio das propriedades geométricas dos agregados. Parte 5: Determinação da percentagem de superfícies esmagadas e partidas nos agregados grossos.

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FMAT- Agregados para trabalhos ferroviários

- NP EN 933-8:2002 – Ensaios das propriedades geométricas dos agregados. Parte 8: Determinação do teor de finos. Ensaio do equivalente de areia.
- NP EN 933-9:2002 – Tests for geometrical properties of aggregates Part 9: Assessment of fines -Methylene blue test
- NP EN 1097-1:2002 – Ensaios das propriedades mecânicas e físicas dos agregados. Parte 1: Determinação da resistência ao desgaste (micro-Deval).
- NP EN 1097-2:2002 – Ensaios das propriedades mecânicas e físicas dos agregados. Parte 2: Métodos para a determinação da resistência à fragmentação.
- NP EN 1097-6:2003 – Ensaios das propriedades mecânicas e físicas dos agregados. Parte 6: Determinação da massa volúmica e da absorção de água.
- NP EN 1367-2:2002 – Ensaios das propriedades térmicas e de meteorização dos agregados. Parte 2: Ensaio do sulfato de magnésio.
- NP EN 1367-3:2005 – Ensaios das propriedades térmicas e de meteorização dos agregados. Parte 3: Ensaio de ebulição para basaltos "Sonnenbrand".
- NP EN 1744-1:2000 – Ensaios das propriedades químicas dos agregados. Parte 1: Análise química.
- NP EN 1744-3:2005 – Ensaios das propriedades químicas dos agregados. Parte 3: Preparação de eluatos por lixiviação dos agregados.
- ISO 565:1990 – Test sieves - Metal wire cloth, perforated metal plate and electroformed sheet - Nominal sizes of openings.


## Ø Marcas de Qualidade e Certificações

O sistema de atestação da conformidade aplicável aos agregados para materiais não ligados e tratados com ligantes hidráulicos é o sistema 2+ ou sistema 4, dependendo dos requisitos de segurança.

Obtida a conformidade, para os agregados sujeitos ao sistema 2+, com os requisitos do Anexo ZA da EN 13242, o produtor deve redigir e manter uma declaração de conformidade, a qual habilita o produtor a fixar a marcação CE. Esta declaração deve incluir:

- Nome e morada do produtor, ou do seu representante autorizado estabelecido no EEE, e o local de produção;



	LNEC OBRA FERROVIAS
<b>Via-férrea</b>	<p style="text-align: center;"> <b>CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC</b>  <b>FMAT- Agregados para trabalhos ferroviários</b> </p>


- Descrição do produto (tipo, identificação, utilização, ...) e uma cópia da informação que acompanha a marcação CE;
- Disposições com as quais o produto se encontra em conformidade (Anexo ZA da EN 13242);
- Condições particulares aplicáveis à utilização do produto (como, por exemplo, disposições para a utilização sob determinadas condições);
- Número do certificado de controlo da produção em fábrica que o acompanha;
- Nome e função da pessoa habilitada a assinar a declaração em nome do produtor ou do seu representante autorizado.

A declaração deve ser acompanhada por um certificado da produção em fábrica, emitido pelo organismo notificado, o qual deve conter, em aditamento à informação acima mencionada, o seguinte:

- Nome e morada do organismo notificado;
- Número do certificado de controlo da produção em fábrica;
- Condições e período de validade do certificado, quando aplicável;
- Nome e função da pessoa habilitada para assinar o certificado.

Obtida a conformidade, para os agregados sujeitos ao sistema 4, com os requisitos do Anexo ZA da EN 13242, o produtor deve redigir e manter uma declaração de conformidade, a qual habilita o produtor a fixar a marcação CE. Esta declaração deve incluir:

- Nome e morada do produtor, ou do seu representante autorizado estabelecido no EEE, e o local de produção;
- Descrição do produto (tipo, identificação, utilização, ...) e uma cópia da informação que acompanha a marcação CE;
- Disposições com as quais o produto se encontra em conformidade (Anexo ZA da EN 13242);
- Condições particulares aplicáveis à utilização do produto (como, por exemplo, disposições para a utilização sob determinadas condições);
- Nome e função da pessoa habilitada a assinar a declaração em nome do produtor ou do seu representante

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDICÕES TÉCNICAS ProNIC FMAT- Agregados para trabalhos ferroviários

autorizado.

### **Avaliação da conformidade**

O produtor é responsável pela realização das ações destinadas a assegurar que o produto está conforme com a EN 13242 e com os valores declarados como aplicável.

Com esta finalidade, o produtor deve:

- Realizar os ensaios de tipo iniciais conforme estabelecido no ponto 8.2 da EN 13242;
- Ter implementado um sistema de controlo da produção em fábrica que satisfaça os requisitos constantes do anexo C da EN 13242.

### **Ø Processo de Fabrico**

O processo de fabrico, dependente da origem do material, deve obedecer aos requisitos indicados no Anexo C da EN 13242.

### **Ø Embalagem, Armazenamento e Conservação**


Devem ser tomadas providências para que a qualidade dos agregados seja mantida durante o seu manuseamento e armazenamento. Estas providências deverão ter em conta o seguinte:

- Contaminação do produto;
- Segregação;
- Limpeza do equipamento de manuseamento e das áreas de armazenamento.

O material deve ser armazenado de um modo controlado e por forma a que os locais de armazenamento e os seus conteúdos estejam identificados.

No que se refere ao transporte, quando os agregados forem transportados a granel pode ser necessário cobri-los ou colocá-los num contentor para evitar a contaminação.

Se os agregados forem embalados, os métodos e os materiais utilizados para o efeito não devem contaminá-los ou deteriorá-los a ponto de as suas propriedades serem alteradas antes destes serem desembalados. Qualquer precaução que, com esta

	LNEC OBRA FERROVIAS
<b>Via-férrea</b>	<p style="text-align: center;"> <b>CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC</b>  <b>FMAT- Agregados para trabalhos ferroviários</b> </p>

finalidade, seja necessário tomar durante o manuseamento e armazenamento embalado deve ser inscrita na embalagem ou nos documentos que a acompanham.


## Ø Riscos e Segurança

Os principais riscos potenciais identificados no manuseamento e armazenamento de agregados estão associados à queda de objetos, atropelamentos, esmagamentos e eletrocussão.

Devem ser tomadas as medidas preventivas relacionadas com a verificação do funcionamento apropriado de todos os elementos do equipamento, o correto manuseamento do mesmo e a utilização do equipamento de proteção individual (vestuário adequado, botas de segurança, capacete e luvas) por forma a diminuir os riscos acima indicados.

## Ø Ensaaios

- Análise granulométrica. Método de peneiração – ensaio efetuado de acordo com a NP EN 933-1:2000;
- Determinação da forma das partículas. Índice de Achatamento (FI) – ensaio efetuado de acordo com a NP EN 933-3:2002;
- Determinação da forma das partículas. Índice de forma – ensaio efetuado de acordo com a EN 933-4;
- Determinação do teor de finos (SE). Ensaio do equivalente de areia – ensaio efetuado de acordo com a EN 933-8;
- Determinação do teor de finos (MB). Ensaio do azul de metileno – ensaio efetuado de acordo com a NP EN 933-9:2002;
- Determinação da resistência ao desgaste (micro-Deval MDE) – ensaio efetuado de acordo com a NP EN 1097-1:2002;
- Resistência à fragmentação (LA) – ensaio efetuado de acordo com a NP EN 1097-2:2002;
- Determinação da massa volúmica e da absorção de água – ensaio efetuado de acordo com a NP EN 1097-6;
- Ensaio sulfato de magnésio (MS) – ensaio efetuado de acordo com a NP EN 1367-2:2002;
- Ensaio de ebulição para basaltos “Sonnenbrand” – ensaio efetuado de acordo com a NP EN 1367-3:2005;

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FMAT- Agregados para trabalhos ferroviários

- Ensaios das propriedades químicas dos agregados. Análise química – NP EN 1744-1:2000;
- Preparação de eluatos por lixiviação dos agregados – ensaio efetuado de acordo com a NP EN 1744-3:2005;

### Ø Restrições e condições de não-aplicação


A utilização dos diferentes tipos de agregados é determinada pelas condições de aplicação dos mesmos, no que se refere designadamente a exigências relativas a propriedades mecânicas, físicas, químicas e de durabilidade. Estes requisitos são estabelecidos na norma EN 13242.

### Ø Outras Disposições

#### Marcação CE e etiquetagem

O produtor ou o seu representante autorizado estabelecido dentro do EEE é responsável pela afixação da marcação CE. O símbolo da marcação CE a afixar deve estar de acordo com a Diretiva 93/68/EC e deve figurar na etiqueta, na embalagem ou nos documentos comerciais que acompanham o produto como, por exemplo, uma guia de remessa. O símbolo da marcação CE deve ser acompanhado da seguinte informação:


- Número de identificação do organismo de certificação (apenas para produtos sujeitos ao sistema 2+);
- Nome ou marca de identificação e morada da sede social do produtor;
- Os dois últimos dígitos do ano em que a marcação foi aposta;
- O número do certificado de controlo da produção dos agregados em fábrica (apenas para produtos sujeitos ao sistema 2+);
- Referência à norma EN 13242;
- Descrição do produto: nome genérico, material, dimensões, ... e utilização prevista;
- Informação relativa às características essenciais relevantes do Quadros ZA.1 da norma EN 13242, como a seguir se indica:
- Valores declarados e, quando relevante, nível ou classe/categoria (incluindo a inscrição “aceite” para os requisitos aceitação/rejeição, quando necessário) a declarar para cada característica essencial, tal como se indica na coluna “Notas” do quadro ZA.1;


	LNEC OBRA FERROVIAS
<b>Via-férrea</b>	<p style="text-align: center;"> <b>CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC</b>  <b>FMAT- Agregados para trabalhos ferroviários</b> </p>


- A menção a “Desempenho Não Determinado” (DND) para as características às quais se aplique.

A opção “Desempenho Não Determinado” (DND) não pode ser utilizada quando a característica é sujeita a um limite de aceitação/rejeição. De outro modo, a opção DND pode ser utilizada quando e onde a característica, para uma determinada utilização prevista, não for sujeita a requisitos regulamentares.


Como complemento às informações específicas relativas às substâncias perigosas anteriormente mencionadas, deverá o produto ser também acompanhado, quando e onde requerido e de forma apropriada, por documentação que refira toda a legislação relativa às substâncias perigosas para as quais a conformidade é exigida, bem como toda a informação exigida por essa legislação

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FMAT- Agregados para trabalhos ferroviários


		Marcação de conformidade CE, consistindo no símbolo "CE" definido na Directiva 93/68/CE
Any Co Lda, P.O.Box 21, B-1050		Nome ou marca de identificação e morada da sede social do produtor
02		Dois últimos dígitos do ano de aposição da marcação
EN 13242		Número da Norma Europeia
Agregados para materiais não ligados ou tratados com ligantes hidráulicos utilizados em trabalhos de engenharia civil e na construção rodoviária		
Forma das partículas	Valor declarado (FI)	Descrição do produto e informação sobre as propriedades regulamentadas
Dim. das partículas	Designação (d.D) e tolerância categoria (p.e.: G 80-20)	
Massa volumica das partículas	Valor declarado (Mg/m³)	
Limpeza	Categoria (p.e.: f <sub>10</sub> )	
Teor de finos	Valor limite de aceitação/rejeição (% MB, SE)	
Qualidade dos finos	Valor declarado	
Percentagem de partículas esmagadas	Categoria (p.e.: C <sub>300</sub> )	
Resistência à fragmentação/ esmagamento	Categoria (p.e.: LA <sub>10</sub> )	
Estabilidade volumétrica	Categoria (p.e.: V <sub>1</sub> )	
Absorção de água	Valor declarado (fracção em massa em %)	
Composição/teor		
Sulfatos solúveis em ácido	Categoria (p.ex. AS <sub>1,2</sub> )	
Enxofre total	Valor limite de aceitação/rejeição (% S)	
Constituintes que alterem o tempo de presa e de resistência de misturas tratadas com lig. hidráulicos	Valor limite de aceitação/rejeição (Tempo de resistência em min e resistência à compressão S%)	
Resistência ao atrito	Categoria (p.e.: M <sub>1,2</sub> 25)	
Libertação de materiais pesados por lixiviação	Valor limite de aceit/rej válidos no local de utilização	
Libertação de outras substâncias perigosas	p. ex. substância X: 0,2 µm³	
Durabilidade face ao gelo/degele	Categoria (p.e.: F <sub>1</sub> ou MS <sub>1,2</sub> )	

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FMAT- Agregados para trabalhos ferroviários

Exemplo de marcação CE para agregados para materiais não ligados ou tratados com ligantes hidráulicos utilizados em trabalhos de engenharia civil e na construção rodoviária sujeitos ao sistema 2+


		Marcação de conformidade CE, consistindo no símbolo "CE" definido na Directiva 93/68/CE
Any Co Lda, P.O.Box 21, B-1050		Nome ou marca de identificação e morada da sede social do produtor
02		Dois últimos dígitos do ano de aposição da marcação
EN 13242		Número da Norma Europeia
Agregados para materiais não ligados ou tratados com ligantes hidráulicos utilizados em trabalhos de engenharia civil e na construção rodoviária		
Forma das partículas	Valor declarado (FI)	Descrição do produto e informação sobre as propriedades regulamentadas
Dim. das partículas	Designação (d.D) e tolerância categoria (p.e.: G <sub>80-20</sub> )	
Massa volumica das partículas	Valor declarado (Mg/m <sup>3</sup> )	
Limpeza	Categoria (p.e.: f <sub>10</sub> )	
Teor de finos	Valor limite de aceitação/rejeição (% MB, SE)	
Qualidade dos finos	Valor declarado	
Percentagem de partículas esmagadas	Categoria (p.e.: C <sub>200</sub> )	
Resistência à fragmentação/ esmagamento	Categoria (p.e.: LA <sub>10</sub> )	
Estabilidade volumétrica	Categoria (p.e.: V <sub>1</sub> )	
Absorção de água	Valor declarado (fracção em massa em %)	
Composição/teor		
Sulfatos solúveis em ácido	Categoria (p.ex.: AS <sub>10</sub> )	
Enxofre total	Valor limite de aceitação/rejeição (% S)	
Constituintes que alterem o tempo de presa e de resistência de misturas tratadas com lig. hidráulicos	Valor limite de aceitação/rejeição (Tempo de resistência em min e resistência à compressão S%)	
Resistência ao atrito	Categoria (p.e.: M <sub>12-25</sub> )	
Libertação de materiais pesados por lixiviação	Valor limite de aceit/rej válidos no local de utilização	
Libertação de outras substâncias perigosas	p. ex. substância X: 0,2 µm <sup>3</sup>	
Durabilidade face ao gelo/degelo	Categoria (p.e.: F <sub>2</sub> ou MS <sub>10</sub> )	

Exemplo de marcação CE para agregados para materiais não ligados ou tratados com ligantes hidráulicos utilizados em trabalhos de

	LNEC OBRA FERROVIAS
<b>Via-férrea</b>	<p style="text-align: center;"> CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC  FMAT- Agregados para trabalhos ferroviários </p>

engenharia civil e na construção rodoviária sujeitos ao sistema 4.



	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FMAT - Cimento

## Ø Definição do Material

**Cimento:** material inorgânico finamente moído que, quando misturado com água, forma uma pasta que faz presa e endurece por meio de reacções e processos de hidratação e que, depois de endurecer, mantém a sua resistência e estabilidade mesmo debaixo de água.

**Cimentos correntes:** qualquer um dos produtos indicados no Quadro 1 da NP EN 197-1:2001. (São incluídos por esta designação todos os cimentos correntes que são designados pelos respectivos organismos nacionais de normalização como tradicionais e bem experimentados.)

**Cimentos especiais:** cimentos com propriedades adicionais ou especiais.

## Definições relacionadas com o material

Constituinte principal – material inorgânico especialmente seleccionado e utilizado numa percentagem superior a 5% em massa em relação à soma de todos os constituintes principais e adicionais minoritários.

Constituinte adicional minoritário – material inorgânico especialmente seleccionado e utilizado numa percentagem não excedendo um total de 5% em massa em relação à soma de todos os constituintes principais e adicionais minoritários.

## Ø Dominio de Aplicação

Produto utilizado na preparação (fabrico) de betão, argamassa, caldas de injeção e outras misturas para a construção e para o fabrico de produtos de construção.

## Ø Composição

A composição dos diferentes tipos de cimentos correntes deve estar de acordo com o indicado no Quadro 1 da NP EN 197-1:2001.


A composição e os requisitos quanto à composição estão relacionados com a soma de todos os constituintes principais e adicionais minoritários. O cimento como produto final é entendido como o conjunto dos constituintes principais e adicionais minoritários mais o sulfato de cálcio necessário e eventuais aditivos.

### Constituintes

As combinações de tipos e quantidades de constituintes para produção dos diferentes cimentos encontram-se estabelecidos no Quadro 1 da NP EN 197-1:2001.

### Constituintes Principais

- Clínquer do cimento Portland (K)
- Escória granulada de alto forno (S)
- Materiais Pozolânicos

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FMAT - Cimento

- Pozolana natural (P)
- Pozolana natural calcinada (Q)
- Cinzas volantes
- Cinza volante siliciosa (V)
- Cinza volante calcária (W)
- Xisto cozido (T)
- Calcário (L, LL)

LL – calcário em que o teor de carbono orgânico (TOC) não excede 0,20% em massa.

L – calcário em que o teor de carbono orgânico (TOC) não excede 0,50% em massa.

- Sílica de Fumo (D)

#### Constituintes adicionais minoritários

Os constituintes adicionais minoritários são materiais inorgânicos especialmente seleccionados, naturais ou resultantes do processo de produção do clínquer, ou ainda constituintes especificados em a), salvo se já estiverem incluídos como constituintes principais do cimento.

É conveniente que o fabricante disponibilize, a pedido, informação sobre os constituintes adicionais minoritários do cimento.

#### · Sulfato de cálcio

O sulfato de cálcio é adicionado aos outros constituintes do cimento durante o seu fabrico para controlar a presa.

#### · Aditivos

Os aditivos são constituintes não abrangidos nos pontos anteriores e que são adicionados para melhorar o fabrico ou as propriedades do cimento.


A quantidade total de aditivos não deve exceder 1,0% em massa do cimento (excepto para pigmentos). O extracto seco total dos aditivos orgânicos não deve exceder 0,5% em massa do cimento.

Os requisitos a que os constituintes devem satisfazer encontram-se estabelecidos nos pontos 5.2 a 5.5 da NP EN 197-1:2001 e devem ser determinados de acordo com os métodos de ensaio descritos na NP EN 196.

## Ø Características e Propriedades

### Designação

Os cimentos conformes com a NP EN 197-1:2001 designam-se por CEM. Os cimentos CEM estão agrupados

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FMAT - Cimento

em cinco tipos principais de cimento; conforme definido no Quadro 1 da NP EN 197-1:2001:

CEM I – Cimento Portland

CEM II – Cimento Portland Composto

CEM III – Cimento de alto forno

CEM IV – Cimento Pozolânico

CEM V – Cimento Composto

A designação dos cimentos CEM deverá contar pelo menos com os seguintes elementos:

Tipo de cimento (p. ex. CEM I)

A classe de resistência conforme definida no ponto 7.1.1 da NP EN 197-1:2001 (p. ex. 42,5)

A classe de resistência aos primeiros dias identificada pela letra N ou R conforme definido no ponto 7.1.2 da NP EN 197-1:2001

No caso de cimentos dos tipos II, III, IV, V deverão fazer parte da designação os seguintes elementos:

Incidência na composição da incorporação de constituintes principais além do clínquer designado por uma letra (A, B ou C) correspondente aos intervalos de percentagem em massa definidos no Quadro 1 da NP EN 197-1:2001.


Para os cimentos dos tipos II, IV e V deverão ainda ser referenciados os constituintes principais além do clínquer designados pela letra correspondente (p. ex: L-calcário); Quando se tratar de um cimento do tipo II composto, com incorporação de diversos constituintes principais a letra M deverá anteceder as iniciais desses constituintes.

### **Exemplos de designação**

CEM II/A-L 32,5N – cimento Portland de calcário contendo entre 6% a 20% (A) em massa de calcário com um teor TOC não excedendo 0,50% em massa (L), de classe de resistência 32,5 com uma resistência normal aos primeiros dias (N).

CEM II/A-M(S-V-L) 32,5R – cimento Portland composto contendo escória granulada de alto forno (S), cinza volante siliciosa (V) e calcário (L) num total entre 6% e 20% em massa (A), da classe de resistência 32,5 e com uma resistência elevada aos primeiros dias; a letra M referencia a incorporação de mais do que um constituinte principal além do clínquer.

### **Propriedades**

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FMAT - Cimento

### ***Resistência à compressão:***

A resistência de referência de um cimento é a resistência à compressão aos 28 dias determinada de acordo com a NP EN 196-1:2006 e deve estar de acordo com os requisitos do Quadro 2 da NP EN 197-1:2001.

A resistência aos primeiros dias de um cimento é a resistência aos 2 ou aos 7 dias determinada de acordo com a NP EN 196-1:2006 e deve estar conforme com os requisitos do Quadro 2 da NP EN 197-1:2001.

### ***Tempo de início de presa:***


O tempo de início de presa, determinado de acordo com a NP EN 196-3, deve estar conforme com os requisitos do Quadro 2 da NP EN 197-1:2001.

### ***Expansibilidade:***

A expansibilidade, determinada de acordo com a NP EN 196-3, deve estar conforme com os requisitos do Quadro 2 da NP EN 197-1:2001.

### ***Requisitos Químicos:***

As propriedades químicas dos diversos tipos de cimento devem ser determinadas e devem estar conformes com o indicado no quadro seguinte:

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FMAT - Cimento

1	2	3	4	5
Propriedade	Referência de ensaio	Tipo de cimento	Classe de resistência	Requisitos <sup>a)</sup>
Perda ao fogo	EN 196-2*	CEM I CEM III	Todas	≤ 5,0 %
Resíduo insolúvel	EN 196-2* <sup>b)</sup>	CEM I CEM III	Todas	≤ 5,0 %
Teor de sulfatos (em SO <sub>3</sub> )	EN 196-2*	CEM I CEM II <sup>c)</sup> CEM IV CEM V	32,5 N 32,5 R 42,5 N	≤ 3,5 %
			42,5 R 52,5 N 52,5 R	≤ 4,0 %
			Todas	
		CEM III <sup>d)</sup>	Todas	
Teor de cloretos	EN 196-21*	Todos <sup>e)</sup>	Todas	≤ 0,10 % <sup>f)</sup>
Pozolanicidade	EN 196-5*	CEM IV	Todas	Satisfaz o ensaio
<sup>a)</sup> Os requisitos são indicados em percentagem da massa do cimento como produto final. <sup>b)</sup> A determinação do resíduo insolúvel é em ácido clorídrico e carbonato de sódio. <sup>c)</sup> O tipo de cimento CEM II/B-T pode conter até 4,5 % de sulfatos em todas as classes de resistência. <sup>d)</sup> O tipo de cimento CEM III/C pode conter até 4,5 % de sulfatos. <sup>e)</sup> O tipo de cimento CEM III pode conter mais do que 0,10 % de cloretos, mas neste caso o teor máximo de cloretos deve ser referido na embalagem e ou na guia de remessa. <sup>f)</sup> Para aplicações em betão pré-esforçado, os cimentos podem ser produzidos para satisfazer um valor inferior. Se assim for, o valor de 0,10% deve ser substituído por este valor inferior, o qual deve ser indicado na guia de remessa.				

### **Durabilidade:**

A escolha do cimento tem influência na durabilidade do betão, da argamassa e das caldas de injeção, como por exemplo, na resistência química, na protecção das armaduras e na resistência ao gelo.


Esta escolha, nomeadamente tipo e classe de resistência, para diferentes aplicações e classes de exposição ambiental deverá obedecer ao estabelecido na NP EN 206-1 e à especificação LNEC E 465-2005.

### **Tipo de unidade**

Kg

### **Ø Aplicação**

O cimento é incorporado na preparação de betão, argamassa, caldas de injeção e outros produtos para a construção, devendo ser misturado com outros materiais constituintes e doseado de acordo com as especificações e normas aplicáveis para cada uma das utilizações.

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FMAT - Cimento

## Ø Referências Técnicas e Normativas

NP EN 197-1:2001 – *Cimento. Parte 1: Composição, especificações e critérios de conformidade para cimentos correntes.*

NP EN 196-1:2006 – *Métodos de ensaio de cimentos. Parte 1: Determinação das resistências mecânicas.*

NP EN 196-2:2006 – *Métodos de ensaio de cimentos. Parte 2: Análise química dos cimentos.*

NP EN 196-3:2005 + A1:2009 – *Métodos de ensaio de cimentos. Parte 3: Determinação do tempo de presa e da expansibilidade.*

NP EN 196-5:2006 – *Métodos de ensaio de cimentos. Parte 5: Ensaio de pozolanicidade dos cimentos pozolânicos.*

NP EN 196-6:1990 – *Métodos de ensaio de cimentos. Determinação da finura.*

NP EN 196-7:2008 – *Métodos de ensaio dos cimentos. Métodos de colheita e preparação de amostras de cimento.*

NP EN 197-2:2001 – *Cimento. Parte 2: Avaliação da conformidade.*

NP EN 451-1:2006 – *Métodos de ensaio das cinzas volantes. Parte 1: Determinação do teor de óxido de cálcio livre.*

NP EN 934-2:2009 – *Adjuvantes para betão, argamassa e caldas de injeção. Parte 2: Adjuvantes para betão. Definições, requisitos, conformidade, marcação e etiquetagem.*

## Ø Marcas de Qualidade e Certificações

O sistema de comprovação da conformidade para os cimentos correntes para os usos previstos na NP EN 197-1:2001, preparação de betão, argamassa, caldas de injeção e outras misturas para a construção e para o fabrico de produtos de construção, deverá ser o 1+.

O certificado de conformidade CE deve incluir a seguinte informação:

Nome e endereço do organismo de certificação;

Nome e endereço do fabricante, ou do seu representante autorizado estabelecido na EEA, e o local de produção;

Descrição do produto (designação normalizada do cimento, de acordo com a NP EN 197-1:2001, e qualquer identificação complementar requerida);


Disposições às quais o produto responde (Anexo ZA da NP EN 197-1:2001, com conformidade estabelecida segundo a NP EN 197-2:2001, como indicado no anexo ZA da NP EN 197-1:2001);

Número do certificado;

Condições e período de validade do certificado, quando aplicável;

Nome e cargo da pessoa com plenos poderes para assinar o certificado.

Complementarmente, para cada produto abrangido por um certificado de conformidade, o fabricante

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FMAT - Cimento

deve redigir uma declaração de conformidade (declaração de conformidade CE) incluindo a seguinte informação:

Nome e endereço do fabricante, ou do seu representante estabelecido na EEA;

Número de certificado de conformidade CE correspondente;

Nome e cargo da pessoa com plenos poderes para assinar a declaração em nome do fabricante ou do seu representante autorizado.

### **Avaliação da conformidade**

A conformidade dos cimentos correntes com a NP EN 197-1:2001 deve ser continuamente avaliada, na base de ensaios de amostras pontuais. As propriedades, os métodos de ensaios e as frequências mínimas de ensaio para o ensaio de autocontrolo do fabricante são especificados no Quadro 4 da NP EN 197-1:2001. Relativamente às frequências de ensaio para cimento não expedido continuamente e para outros pormenores, deve-se seguir o indicado na norma NP EN 197-2:2001.

Para a certificação da conformidade por um organismo de certificação aprovado, a conformidade do cimento com a NP EN 197-1:2001 deve ser avaliada de acordo com a NP EN 197-2:2001.

### **Ø Processo de Fabrico**

A matéria prima para o fabrico do cimento é constituída por uma mistura, em proporções definidas, de c lacário, marga e argila, à qual se podem adicionar materiais de correcção.

Após extracção da pedra a dimensão do material é reduzida, em britadeiras, para a granulometria adequada e procede-se a uma operação de pré-homogeneização. As matérias primas são depois dosificadas em função do tipo de clínquer a obter, seguindo-se a moagem da qual resulta uma mistura finamente moída – cru.

O cru é depois cozido em fornos a uma temperatura da ordem dos 1450°C, formando-se o clínquer que é em seguida arrefecido em equipamento adequado e armazenado em silos ou armazéns horizontais.

O cimento resulta de um processo de moagem fina do clínquer com outros constituintes ao qual se junta gesso e aditivos e é armazenado em silos ou armazéns horizontais.

### **Ø Embalagem, Armazenamento e Conservação**


O cimento pode ser expedido a granel ou embalado em sacos.

Na forma de granel, o cimento, transferido directamente da armazenagem na fábrica deve ser transportado em cisternas adequadas, garantindo a estanquidade, devidamente seladas e dotadas de equipamento próprio para descarga nos silos das instalações do utilizador.

O cimento ensacado pode ser distribuído em sacos individuais, em paletes ou em pacotões.

Nas instalações do utilizador o cimento deve estar armazenado o menor tempo possível e em condições de estanquidade que evitem qualquer tipo de mistura ou de contaminação e a acção directa da humidade, devendo os locais ser ventilados.

Os locais de armazenamento devem possuir sinalização com elementos que permitam a identificação

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FMAT - Cimento

do tipo de cimento armazenado.

### Ø **Riscos e Segurança**

No manuseamento do cimento devem tomar-se precauções para evitar a inalação, bem como o contacto com os olhos e a boca e o contacto prolongado com a pele.

Para o efeito deve recorrer-se à utilização de equipamento de protecção individual adequado (máscara anti-poeiras; luvas; óculos; vestuário de protecção justo).

Em caso de contacto do cimento com algum dos órgãos referidos ou com a pele deve-se proceder à lavagem imediata com água limpa. Se se verificar irritação ou dores deve procurar-se assistência médica.

### Ø **Ensaio**

Resistência à compressão – ensaio efectuado de acordo com a NP EN 196-1

Expansibilidade – ensaio efectuado de acordo com a NP EN 196-3

Tempo de início de presa – ensaio efectuado de acordo com a NP EN 196-3

Perda ao fogo (para CEM I e CEM III) – ensaio efectuado de acordo com a NP EN 196-2

Resíduo insolúvel (para CEM I e CEM III) – ensaio efectuado de acordo com a NP EN 196-2

Teor de sulfatos – ensaio efectuado de acordo com a NP EN 196-2

Pozolanicidade (para CEM IV) – ensaio efectuado de acordo com a NP EN 196-5

Análise química (composição) – ensaio efectuado de acordo com a NP EN 196-2

### Ø **Restrições e condições de não-aplicação**


A utilização dos diferentes tipos de cimento é determinada pelas condições de aplicação dos betões e argamassas produzidos com os mesmos, no que se refere designadamente a exigências relativas a propriedades mecânicas, físicas, químicas, e de durabilidade. Estes requisitos são estabelecidos na normalização associada a betões e argamassas.


### Ø **Outras Disposições**

#### **Cimento ensacado**

No caso do cimento ensacado, é conveniente que a marcação CE, o número de identificação do organismo de certificação e a informação de acompanhamento, como indicado abaixo, sejam afixados no saco ou nos documentos comerciais de acompanhamento ou numa combinação destes. Se não estiver colocada no saco toda a informação, mas apenas parte, então é conveniente que toda a informação seja indicada nos documentos comerciais de acompanhamento.




	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FMAT - Cimento

 0123	<i>Marcação de conformidade CE, correspondente ao símbolo apresentado na Directiva 93/68/CE</i>  <i>Número de identificação do organismo de certificação</i>
EMPRESA  MORADA REGISTADA  FABRICA  Ano 01 <small>(ou posição do carimbo da data)</small>  0123-DPC-0456  EN 197-1  CEM I 42,5 R  Informação adicional	<i>Nome ou marca de identificação do produtor</i>  <i>Morada registada do produtor</i>  <i>Nome ou marca de identificação da fábrica onde o cimento foi produzido</i>  <i>Os dois últimos dígitos do ano no qual a marcação foi afixada</i>  <i>Número do certificado de conformidade</i>  <i>Número da Norma Europeia</i>  <i>Ex. de design. Normalizada, indicando o produto cimento e a classe de resistência, como especificado na secção 8 da EN 197-1</i>  <i>Limite de cimentos, em %</i> <i>Limite da perda ao fogo da cinza volante, em %</i> <i>Notação normalizada do adjuvante</i>

Por razões práticas, podem ser usadas selecções dos seguintes arranjos alternativos para o cimento ensacado respeitantes à apresentação da informação de acompanhamento:

- Quando a marcação CE é indicada no saco (esta é a situação normal e é a preferida) os seguintes elementos da informação de acompanhamento podem ser indicados nos documentos comerciais de acompanhamento em vez de serem indicados no saco:
- Nome ou marca de identificação da fábrica;
- Ano de afixação da marcação CE;
- Número de certificado de conformidade CE;
- Informação adicional.

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FMAT - Cimento

- Quando os dois últimos algarismos do ano de aposição da marcação CE são pré-impressos no saco, é conveniente que o ano assim impresso diga respeito à data de aposição com uma precisão de mais ou menos três meses.
- Quando se pretender indicar no saco os dois últimos algarismos do ano de aposição da marcação, não se encontrando pré-impressos, podem ser aplicados por meio de carimbo, em qualquer posição facilmente visível. É convenientemente que esta posição seja indicada na informação de acompanhamento da marcação CE.

É conveniente que o produto seja acompanhado, quando e onde requerido e na forma apropriada, por documentação enumerando qual o produto se pretende conforme, juntamente com qualquer informação requerida por aquela legislação.

### **Cimento a granel**

No caso do cimento a granel, é conveniente que a marcação CE, o número de identificação do organismo de certificação e a informação de acompanhamento, como descrito para o cimento ensacado, sejam afixados de forma adequada nos documentos comerciais de acompanhamento.

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FMAT - Água

## Ø Definição do Material

**Água:** água de amassadura destinada ao fabrico de betão.

### Definições relacionadas com o material

A aptidão da água para produção de betão depende, em geral da sua origem. Podem distinguir-se os seguintes tipos:

Água Potável ou água da rede – esta água é considerada apta para o fabrico de betão, não sendo necessário realizar ensaios.

Água recuperada nos processos da indústria de betão – esta água, cuja definição se estabelece no Anexo A da NP EN 1008:2003, será normalmente apta para o fabrico de betão, mas deve satisfazer os requisitos daquele anexo.

Água subterrânea – esta água pode ser apta para o fabrico de betão, mas deve ser ensaiada.

Água superficial natural e água residual industrial – estas águas podem ser aptas para o fabrico de betão, mas devem ser ensaiadas.

Água do mar ou água salobra – estas águas podem ser usadas no fabrico de betão simples, mas em geral não são aptas para o fabrico de betão armado ou pré-esforçado. Para o betão com armaduras ou metal embebido, o teor de cloretos totais permitido no betão é determinante para o seu uso.

Água residual doméstica – esta água não é apta para o fabrico de betão.

## Ø Dominio de Aplicação

Água utilizada na preparação de betão fabricado no local da obra, betão pronto e betão fabricado em centrais de produção de elementos pré-fabricados.

## Ø Composição

A qualidade da água de amassadura depende da sua origem e pode influenciar os tempos de presa, o desenvolvimento da resistência do betão e a protecção da armadura contra a corrosão. A adequação, em termos da sua composição, para a produção de betão é estabelecida através dos requisitos e das limitações de teores de algumas substâncias, conforme especificado na NP EN 1008:2003.

## Ø Características e Propriedades

Os requisitos e as propriedades a que a água de amassadura deve satisfazer para as diferentes utilizações encontram-se estabelecidos na NP EN 1008:2003.

### Requisitos Gerais

#### **Avaliação Preliminar:**

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FMAT - Água

Deve ser efectuada uma inspecção preliminar da água que consiste em, verificar o cumprimento dos requisitos estabelecidos no quadro 1 da NP EN 1008:2003, seguindo os procedimentos indicados no mesmo quadro (presença de óleos e gorduras, detergentes, matéria em suspensão, matéria orgânica, cor, cheiro, acidez).

A água não conforme com um ou mais destes requisitos só pode ser usada se demonstrar ser apta para o fabrico de betão de acordo com o adiante estabelecido para os tempos de presa e resistência à compressão.

### ***Propriedades Químicas:***

Cloretos: a concentração de cloretos expressa em  $\text{Cl}^-$ , não deve exceder os limites indicados no quadro seguinte, a menos que possa ser demonstrado que o teor de cloretos do betão não excederá o valor máximo especificado na classe seleccionada de acordo com a NP EN 206-1:2005.


<i>Uso Pretendido</i>	<i>Máxima concentração de cloretos (mg/l)</i>
Betão pré-esforçado ou calda	500
Betão armado ou com metal embebido	1000
Betão simples	4500

Sulfatos: a concentração de sulfatos da água, expressa em  $\text{SO}_4^{2-}$ , não deve exceder 2000 mg/l.

Álcalis: se for expectável que os agregados a utilizar no betão sejam potencialmente reactivos aos álcalis, deve determinar-se a concentração de álcalis na água. A concentração de óxido de sódio equivalente na água não deve exceder 1500 mg/l. Se este limite for excedido, a água só pode ser usada se puder ser demonstrado que se tomaram medidas para evitar a reacção álcalis-sílica.

### **Contaminações prejudiciais ao betão**

Em primeira instância, podem ser realizados ensaios qualitativos para identificação de açúcares, fosfatos, nitratos, chumbo e zinco. Se os ensaios qualitativos derem resultados positivos, deve determinar-se ou a concentração da substância em causa ou os tempos de presa e a resistência à compressão. Se for escolhida a análise química, a água deve satisfazer os limites do quadro seguinte:

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDICÕES TÉCNICAS ProNIC FMAT - Água

Substâncias	Concentração Máxima (mg/l)
Açúcares	100
Fosfatos, expressos em P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	100
Nitratos, expressos em NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	500
Chumbo, expresso em Pb <sup>2+</sup>	100
Zinco, expresso em Zn <sup>2+</sup>	100

### **Tempos de Presa e resistência à compressão**

O tempo de início de presa obtido em provetes fabricados com a água em estudo não deve ser inferior a 1 hora e não deve diferir mais do que 25% do tempo de início de presa obtido em provetes fabricados com água destilada ou desionizada.

As definições, os requisitos e os procedimentos associados ao uso de água recuperada nos processos da indústria de betão encontram-se estabelecidos no Anexo A da NP EN 1008:2003.

Toda a água recuperada ou toda a água combinada usada no betão deve satisfazer os requisitos atrás especificados e ainda os seguintes requisitos:

Armazenamento: a água armazenada deve ser adequadamente protegida de possíveis contaminantes.

Distribuição da matéria sólida na água: deve ser previsto um meio adequado para garantir uma distribuição uniforme da matéria sólida na água recuperada com massa volúmica maior que 1,01 kg/l. Pode considerar-se que a água com massa volúmica menor ou igual a 1,01 kg/l contém quantidades desprezáveis de matéria sólida. Os processos destinados a estimar a massa de matéria sólida presente na água recuperada encontram-se indicados na secção A4.4 do Anexo A da norma NP EN 1008:2003.

### **Ø Aplicação**

A água de amassadura é incorporada na preparação de betões, devendo ser misturada com os restantes materiais constituintes e doseada de acordo com o especificado na NP EN 206-1:2005.

### **Ø Referências Técnicas e Normativas**

NP EN 1008:2003 – *Água de amassadura para betão. Especificações para amostragem, ensaio e avaliação da aptidão da água, incluindo água recuperada nos processos da indústria de betão, para o fabrico de betão.*


NP EN 206-1:2007 – *Betão. Especificação, desempenho, produção e conformidade.*

NP EN 196-1:2006 – *Métodos de ensaio de cimentos. Parte 1: Determinação das resistências mecânicas.*

NP EN 196-2:2006 – *Métodos de ensaio de cimentos. Parte 2: Análise química dos cimentos.*

NP EN 196-3:2005 – *Métodos de ensaio de cimentos. Parte 3: Determinação do tempo de presa e da expansibilidade.*

NP EN 12390-2:2009 – *Ensaio do betão endurecido. Parte 2: Execução e cura dos provetes para ensaios de*

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDICÕES TÉCNICAS ProNIC FMAT - Água

*resistência mecânica.*

NP EN 12390-3:2009 – *Ensaaios do betão endurecido. Parte 3: Resistência à compressão dos provetes de ensaio.*

EN ISO 9963-2:1995 – *Water quality. Determination of alkalinity. Part 2: Determination of carbonate alkalinity.*

ISO 4316 - *Surface active agents. Determination of pH of aqueous solutions. Potentiometric method.*

LNEC E379 – *Águas. Determinação do teor de ortofosfatos por espectrofotometria. Processo de redução pelo ácido ascórbico.*

LNEC E380 – *Águas. Determinação do resíduo em suspensão, do resíduo dissolvido e do resíduo total.*

LNEC E382 – *Águas. Determinação do teor de nitratos. Método de redução com liga de Devarda.*

LNEC E417 – *Águas. Determinação do teor de zinco.*

## Ø **Marcas de Qualidade e Certificações**

### **Avaliação da conformidade**

Para estar conforme, a água deve satisfazer os requisitos estabelecidos na secção 4 da NP EN 108:2003 e que se encontram indicados no item características e propriedades da presente ficha.

O anexo B da NP EN 1008:2003 apresenta o organograma recomendado para a sequência de procedimentos e de ensaios destinados a avaliar a conformidade da água de amassadura para o betão.

## Ø **Processo de Fabrico**

## Ø **Embalagem, Armazenamento e Conservação**

A água deve ser armazenada e manuseada de forma a que as suas propriedades não se alterem significativamente, por mistura ou contaminação, nomeadamente, nos casos em que se utilizem águas de diferentes proveniências.

## Ø **Riscos e Segurança**

Os principais riscos associados às zonas de armazenamento de água (tanques e reservatórios) e suas envolventes estão relacionados com perdas de equilíbrio, escorregamento, quedas e afogamento.

Para diminuição destes riscos deverão ser previstas guardas de protecção em volta dos locais de armazenamento e a utilização de equipamento de protecção individual adequado, nomeadamente botas e capacete de segurança.

## Ø **Ensaaios**

Ensaaios relativos à avaliação preliminar – procedimentos de acordo com o estabelecido nos pontos 6.1.1 e 6.1.2 da NP EN 1008:2003

Teor de cloretos – ensaio efectuado de acordo com a NP EN 196-2:2006

Teor de sulfatos – ensaio efectuado de acordo com a NP EN 196-2:2006

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	CONDIÇÕES TÉCNICAS ProNIC FMAT - Água

Teor de álcalis – ensaio efectuado de acordo com a NP EN 196-2:2006

Teor de fosfatos – ensaio efectuado de acordo com a Especificação LNEC E379 – Águas.  
Determinação do teor de ortofosfatos por espectrofotometria. Processo de redução pelo ácido ascórbico

Teor de nitratos – ensaio efectuado de acordo com a Especificação LNEC E382 – Águas.  
Determinação do teor de nitratos. Método de redução com liga de Devarda

Teor de Zinco – ensaio efectuado de acordo com a Especificação LNEC E417 – Águas. Determinação do teor de zinco

Resíduo dissolvido – ensaio efectuado de acordo com a Especificação LNEC E380 – Águas.  
Determinação do resíduo em suspensão, do resíduo dissolvido e do resíduo total

Tempos de presa da pasta – ensaio efectuado de acordo com a NP EN 196-3

Resistência de prismas de argamassa – ensaio efectuado de acordo com a NP EN 196-1:2006

A frequência dos ensaios é a que se encontra indicada no ponto 6.2 da NP EN 1008:2003 e na NP EN 206-1.

### Ø Restrições e condições de não-aplicação


A utilização das águas de diferentes proveniências está relacionada com as suas características e propriedades e com as condições de aplicação dos betões produzidos com as mesmas. Os requisitos que estabelecem a aptidão para o uso da água são estabelecidos na NP EN 1008:2003 e na normalização associada aos betões.

Dever-se-á tomar especial atenção às restrições aplicáveis ao uso de água recuperada nos processos de indústria do betão conforme estabelecido na NP EN 1008:2003 e em particular no anexo A da referida norma.


### Ø Outras Disposições

## **Anexo IV – MQT Variante de Alcácer**



	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	MAPA DE QUANTIDADES DE TRABALHOS


Código	Descrição	Artigos
<b>Geral</b>	<b>GERAL</b>	
0	Trabalhos Preliminares	11.1.1
1	Movimentos de Terra e Contenções	1.1.2; 1.1.6; 1.3.1.1; 1.3.1.2; 1.3.2; 1.4.1
2	Arquitectura	1.6.1; 1.6.2; 3.2; 3.3; 4.1.1.2.1; 4.1.3.1; 5.1.1.3; 5.1.1.4 [1]; 5.1.1.4 [2]; 5.1.1.5 [1]; 5.1.1.5 [2]; 5.2.1.1; 5.2.2; 7.2.1.1.1 [1]; 7.2.1.1.1 [2]; 7.2.1.1.4; 8.1.1; 8.1.3; 8.2.1 [1]; 8.2.1 [2]; 8.3.1; 8.3.2 [1]; 8.3.2 [2]; 8.4.1; 8.4.2; 8.5.1; 8.6.1; 8.7.1.1; 8.7.1.2; 8.7.1.3; 8.7.1.4; 8.7.7; 8.7.8; 8.7.10; 8.7.14; 8.7.15 [1]; 8.7.15 [2]; 8.7.20; 8.7.23; 8.8.1 [1]; 8.8.1 [2]; 9.1.1.1; 9.1.2.1 [1]; 9.1.2.1 [2]; 9.1.3.1; 9.1.3.2 [1]; 9.1.3.2 [2]; 9.1.4.1; 9.1.5.1; 9.1.6.1 [1]; 9.1.6.1 [2]; 9.1.7.1.1; 9.1.7.1.3; 9.1.7.5; 9.1.7.10; 9.1.7.16; 9.1.7.18; 9.1.7.23; 9.1.8.1
3	Instalações, Equipamentos e Sistemas de Águas e Esgotos	2.2.1.1 [1]; 2.2.1.1 [2]; 2.2.1.1 [3]; 2.3.1.1; 2.3.3.1; 2.4.2.1; 2.4.3; 2.4.8; 2.5.5; 2.5.8; 2.6.2; 2.6.3; 2.6.4

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	MAPA DE QUANTIDADES DE TRABALHOS

**GERAL**


**TRABALHOS PRELIMINARES**

		Descrição	Un.	Qtd.
Bloco	Código			
	CAP.11	DIVERSOS		
	11.1	ESTALEIRO		
Geral	11.1.1	Montagem e desmontagem do estaleiro, incluindo o arranjo paisagístico da área ocupada após desmontagem.	vg	1,00

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	MAPA DE QUANTIDADES DE TRABALHOS


## MOVIMENTOS DE TERRA E CONTENÇÕES

Bloco	Código	Descrição	Un.	Qtd.
	<b>CAP.1</b>	<b>TERRAPLENAGEM</b>		
	<b>1.1</b>	<b>TRABALHOS PREPARATÓRIOS</b>		
Geral	1.1.2	Desmatção, incluindo derrube de árvores, desenraizamento, limpeza do terreno, carga, transporte e colocação dos produtos em aterro licenciado e eventual indemnização por depósito.	m²	59.728,64
Geral	1.1.6	Decapagem na linha, de terra vegetal com a(s) espessura(s) média(s) definida(s) no projecto e sua colocação em aterro licenciado , incluindo escavação, carga, transporte, protecção e eventual indemnização por depósito.	m³	11.430,000
	<b>1.3</b>	<b>ESCAVAÇÃO NA LINHA</b>		
	<b>1.3.1</b>	<b>REGULARIZAÇÃO</b>		
Geral	1.3.1.1	Regularização de taludes de escavação em zonas onde a escavação foi feita com meios mecânicos	m²	14.358,23
Geral	1.3.1.2	Regularização de taludes de aterro	m²	21.943,63
Geral	1.3.2	Escavação na linha com recurso a meios mecânicos [lâmina, balde ou ripper]	m³	20.642,000
	<b>1.4</b>	<b>ATERRO</b>		
Geral	1.4.1	Carga, transporte e colocação em aterro dos materiais provenientes de empréstimo, incluindo espalhamento e compactação espalhamento e eventual indemnização por depósito	m³	55.611,000


	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	MAPA DE QUANTIDADES DE TRABALHOS

## ARQUITECTURA


		Descrição	Un.	Qtd.
Bloco	Código			
	<b>CAP.1</b>	<b>TERRAPLENAGEM</b>		
	<b>1.6</b>	<b>BLOCOS TÉCNICOS</b>		
Geral	1.6.1	Execução do Bloco Técnico junto a obras de arte com uma cunha constituída por uma mistura de agregado e 5 de cimento, uma altura de 9 e um comprimento de 3 , e uma cunha com camadas de agregado britado de granulometria extensa de origem <i>granítica</i> , com um comprimento de 17 , incluindo fornecimento e transporte dos materiais, carga, descarga e colocação no local de aplicação e todos os trabalhos necessários á sua execução com base nos desenhos, nas condições especificadas no caderno de encargos.	un	1,00
Geral	1.6.2	Execução do Bloco Técnico junto a a pequenas estruturas enterradas com uma cunha constituída por uma mistura de agregado e 5 de cimento, uma altura de 6,8 e um comprimento de 3 , e uma cunha com camadas de agregado britado de granulometria extensa de origem <i>falta</i> , com um comprimento de 17 , incluindo fornecimento e transporte dos materiais, carga, descarga e colocação no local de aplicação e todos os trabalhos necessários á sua execução com base nos desenhos, nas condições especificadas no caderno de encargos.	un	1,00


	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	MAPA DE QUANTIDADES DE TRABALHOS

		Descrição	Un.	Qtd.
Bloco	Código			
	<b>CAP.3</b>	<b>VIA-FÉRREA</b>		
Geral	3.2	Execução da camada de coroamento com 0,20 [m] de espessura em material calcário, incluindo fornecimento e transporte dos materiais, carga, descarga e colocação no local de aplicação e todos os trabalhos necessários à sua execução, de acordo com as condições especificadas no caderno de encargos.	m³	58.514,000
Geral	3.3	Execução da camada de sub-balastro com 0,15 [m] de espessura em material calcário e 0,15 [m] em material granítico ,incluindo fornecimento e transporte dos materiais, carga, descarga e colocação no local de aplicação e todos os trabalhos necessários à sua execução, de acordo com as condições especificadas no caderno de encargos.	m³	69.390,000

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	MAPA DE QUANTIDADES DE TRABALHOS


		Descrição	Un.	Qtd.
Bloco	Código			
	CAP.4	INSTALAÇÕES FIXAS DE TRAÇÃO ELÉTRICA		
	4.1	CATENÁRIA		
	4.1.1	POSTES		
	4.1.1.2	POSTES METÁLICOS		
Geral	4.1.1.2.1	Fornecimento, montagem e colocação de postes <i>Simples</i> de acordo com os desenhos e condições técnicas do caderno de encargos.	un	2,00
	4.1.3	CONSOLAS		
Geral	4.1.3.1	Fornecimento, montagem e colocação de consola simples de acordo com os desenhos e condições técnicas do caderno de encargos. Considera-se incluída a implementação das medidas de segurança consideradas necessárias para a realização dos trabalhos.	un	1,00


	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	MAPA DE QUANTIDADES DE TRABALHOS

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	MAPA DE QUANTIDADES DE TRABALHOS


Bloco	Código	Descrição	Un.	Qtd.
	<b>CAP.5</b>	<b>OBRAS ACESSÓRIAS</b>		
	<b>5.1</b>	<b>INTEGRAÇÃO PAISAGÍSTICA E MEDIDAS MINIMIZADORAS</b>		
	<b>5.1.1</b>	<b>INTEGRAÇÃO PAISAGÍSTICA/REVESTIMENTO VEGETAL</b>		
Geral	5.1.1.3	Colocação de terra vegetal em revestimento de taludes , reutilizando os produtos da decapagem previamente armazenados [01.1.5] e/ou provenientes de empréstimo [04.1.1.1], incluindo todos os trabalhos necessários, designadamente a carga, transporte e espalhamento, conforme definido no projecto	m²	256.394,48
Geral	5.1.1.4 [1]	Aplicação de hidrossementeira , incluindo o fornecimento das espécies, preparação e a adubação do solo, e trabalhos no período de garantia	m²	316.255,78
Geral	5.1.1.4 [2]	Aplicação de sementeira manual , incluindo o fornecimento das espécies, preparação e a adubação do solo, e trabalhos no período de garantia	m²	12.883,00
Geral	5.1.1.5 [1]	Plantação de árvores , incluindo o fornecimento das espécies, a abertura e enchimento de covas, a adubação, a tutoragem, a retanchar, a manutenção e as regas		
Geral	5.1.1.5.1 [1.1]	<i>Arbutus unedo</i>	un	215,00
Geral	5.1.1.5.1 [1.2]	<i>Fraxinus angustifolia</i>	un	51,00
Geral	5.1.1.5.1 [1.3]	<i>Laurus nobilis</i>	un	23,00
Geral	5.1.1.5.1 [1.4]	<i>Pinus pinea</i>	un	130,00
Geral	5.1.1.5.1 [1.5]	<i>Pyrus bourgeana</i>	un	21,00
Geral	5.1.1.5.1 [1.6]	<i>Quercus suber</i>	un	162,00
Geral	5.1.1.5.1 [1.7]	<i>Salix atrocinerea</i>	un	57,00
Geral	5.1.1.5 [2]	Plantação de arbustos , incluindo o fornecimento das espécies, a abertura e enchimento de covas, a adubação, a tutoragem, a retanchar, a manutenção e as regas		
Geral	5.1.1.5.1 [2.3]	<i>Laurus nobilis</i>	un	200,00
Geral	5.1.1.5.1 [2.8]	<i>Crataegus monogyna</i>	un	168,00
Geral	5.1.1.5.1 [2.9]	<i>Erica arborea</i>	un	150,00
Geral	5.1.1.5.1 [2.10]	<i>Nerium oleander</i>	un	7.800,00
Geral	5.1.1.5.1 [2.11]	<i>Viburnum tinus</i>	un	126,00
	<b>5.2</b>	<b>VEDAÇÕES FÍSICAS E CAMINHOS PARALELOS</b>		
	<b>5.2.1</b>	<b>VEDAÇÕES</b>		
Geral	5.2.1.1	Vedação com postes metálicos e rede de malha variável do tipo cerca de caça , incluindo todos os trabalhos, equipamentos e acessórios necessários e o fornecimento e colocação de todos os materiais	m	75.664,0
Geral	5.2.2	Portões e passagens metálicos , incluindo todos os trabalhos, equipamentos e acessórios necessários e o fornecimento e colocação de todos os materiais	un	70,00




	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	MAPA DE QUANTIDADES DE TRABALHOS

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	MAPA DE QUANTIDADES DE TRABALHOS


		Descrição	Un.	Qtd.
Bloco	Código			
	CAP.7	EQUIPAMENTO DE SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA		
	7.2	EQUIPAMENTOS DE SINALIZAÇÃO RODOVIÁRIA		
	7.2.1	GUARDAS DE SEGURANÇA		
	7.2.1.1	GUARDAS METÁLICAS		
Geral	7.2.1.1.1 [1]	Fornecimento e colocação de guardas metálicas semi flexíveis simples para veículos com prumos afastados de 4 m , incluindo implantação	m	2.304,0
Geral	7.2.1.1.1 [2]	Fornecimento e colocação de guardas metálicas semi flexíveis simples para veículos com prumos afastados de 2 m , incluindo implantação	m	112,0
Geral	7.2.1.1.4	Fornecimento e colocação de guardas metálicas terminais, tipo cauda de carpa normal , incluindo implantação	un	28,00

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	MAPA DE QUANTIDADES DE TRABALHOS


Bloco	Código	Descrição	Un.	Qtd.
	<b>CAP.8</b>	<b>OBRAS DE ARTE INTEGRADAS</b>		
	<b>8.1</b>	<b>TRABALHOS PREPARATÓRIOS E FUNDAÇÕES ESPECIAIS</b>		
Geral	8.1.1	Escavação para abertura de fundações com recurso a meios mecânicos [lâmina, balde ou ripper] , incluindo implantação, entivação, escoramento, bombagem e esgoto de eventuais águas afluentes, carga, transporte e espalhamento em aterro licenciado dos produtos sobranes, e eventual indemnização por depósito	m³	1.968,000
Geral	8.1.3	Execução de estacas verticais		
Geral	8.1.3.1 [1]	com 1.00 m de diâmetro	m	2.766,0
	<b>8.2</b>	<b>COFRAGEM</b>		
Geral	8.2.1 [1]	Execução de cofragem para betão não à vista, incluindo reaplicações	m²	904,00
Geral	8.2.1 [2]	Execução de cofragem para betão à vista, incluindo reaplicações	m²	6.719,00
	<b>8.3</b>	<b>BETÕES</b>		
Geral	8.3.1	Fornecimento e colocação de betão C16/20 na regularização de fundações	m³	71,000
Geral	8.3.2 [1]	Fornecimento e colocação de betão C30/37 em elementos estruturais	m³	1.913,000
Geral	8.3.2 [2]	Fornecimento e colocação de betão C35/45 em elementos estruturais	m³	2.695,000
	<b>8.4</b>	<b>AÇOS</b>		
Geral	8.4.1	Fornecimento e montagem de armaduras de aço A500 ER	kg	507.064
Geral	8.4.2	Fornecimento e montagem de sistemas de armaduras de aço de alta resistência para pré-esforço pretensionamento	kg	105.128
	<b>8.5</b>	<b>PROCESSOS CONSTRUTIVOS</b>		
Geral	8.5.1	Cavaletes para montagem dos moldes e cimbramentos necessários à execução do tabuleiro, incluindo passagens de serviço, desvios provisórios, trabalhos de montagem e desmontagem, eventual sinalização provisória e estruturas de protecção	m³	31.347,000
	<b>8.6</b>	<b>ATERROS JUNTO A ESTRUTURAS OU ELEMENTOS ESTRUTURAIS</b>		
Geral	8.6.1	Execução de aterro em fundações , incluindo o fornecimento dos materiais, eventual escavação em empréstimo, transporte, espalhamento e compactação	m³	928,000
	<b>8.7</b>	<b>DIVERSOS</b>		
	<b>8.7.1</b>	<b>DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS DO TABULEIRO</b>		
Geral	8.7.1.1	Fornecimento e aplicação de caixas de recepção, incluindo grelha e aro em sistema de drenagem de águas pluviais do tabuleiro	un	99,00
Geral	8.7.1.2	Fornecimento e aplicação de tubos de ferro galvanizado, em sistema de drenagem de águas pluviais do tabuleiro	un	99,00

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	MAPA DE QUANTIDADES DE TRABALHOS


		Descrição	Un.	Qtd.
Bloco	Código			
Geral	8.7.1.3	Fornecimento e aplicação de tubos de descarga de PVC, em sistema de drenagem de águas pluviais do tabuleiro	m	594,0
Geral	8.7.1.4	Fornecimento e aplicação de descidas de talude, revestidas com betão, de secção semi-circular, com 0.30 m de diâmetro, em sistema de drenagem de águas pluviais do tabuleiro	m	54,0
Geral	8.7.7	Execução de caixas na transição da plataforma da via para a obra de arte para ligação aos tubos instalados nos passeios ou passadiços de serviço	un	4,00
Geral	8.7.8	Revestimento dos taludes sob a obra de arte com lajetas prefabricadas de betão , incluindo fornecimento e colocação das peças ou dos materiais necessários	m²	254,00
Geral	8.7.10	Fornecimento e colocação de guarda-corpos	m	558,0
Geral	8.7.14	Fornecimento e colocação de cornijas prefabricadas	m	542,0
Geral	8.7.15 [1]	Fornecimento e colocação de aparelhos de apoio de tipo panela fixos	un	16,00
Geral	8.7.15 [2]	Fornecimento e colocação de aparelhos de apoio de de neoprene cintado dotado de placa de deslizamento em teflon com guiamento	un	14,00
Geral	8.7.20	Fornecimento e colocação de juntas de dilatação.	m	40,0
Geral	8.7.23	Impermeabilização de elementos enterrados, com emulsão betuminosa do tipo ECR1, catiónica, de rotura rápida	m²	1.607,00
	<b>8.8</b>	<b>OUTROS TRABALHOS</b>		
Geral	8.8.1 [1]	<i>Rede de Terras</i>	vg	1,00
Geral	8.8.1 [2]	<i>Caixas de dissipação em betão</i>	vg	28,00

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	MAPA DE QUANTIDADES DE TRABALHOS

Bloco	Código	Descrição	Un.	Qtd.
	<b>CAP.9</b>	<b>OBRAS DE ARTE ESPECIAIS</b>		
	<b>9.1</b>	<b>VIADUTOS</b>		
	<b>9.1.1</b>	<b>TRABALHOS PREPARATÓRIOS E FUNDAÇÕES ESPECIAIS</b>		
Geral	9.1.1.1	Escavação para abertura de fundações com recurso a meios mecânicos [lâmina, balde ou ripper] , incluindo implantação, entivação, escoramento, bombagem e esgoto de eventuais águas afluentes, carga, transporte e espalhamento em aterro licenciado dos produtos sobranes, e eventual indemnização por depósito	m³	1.787,000
	<b>9.1.2</b>	<b>COFRAGEM</b>		
Geral	9.1.2.1 [1]	Execução de cofragem para betão não à vista, incluindo reaplicações	m²	604,00
Geral	9.1.2.1 [2]	Execução de cofragem para betão à vista, incluindo reaplicações	m²	488,00
	<b>9.1.3</b>	<b>BETÕES</b>		
Geral	9.1.3.1	Fornecimento e colocação de betão C16/20 na regularização de fundações	m³	29,000
Geral	9.1.3.2 [1]	Fornecimento e colocação de betão C25/30 em elementos estruturais	m³	243,000
Geral	9.1.3.2 [2]	Fornecimento e colocação de betão C30/37 em elementos estruturais	m³	221,000
	<b>9.1.4</b>	<b>AÇOS</b>		
Geral	9.1.4.1	Fornecimento e montagem de armaduras de aço A500 ER	kg	61.254
	<b>9.1.5</b>	<b>PROCESSOS CONSTRUTIVOS</b>		
Geral	9.1.5.1	Cavaletes para montagem dos moldes e cimbres necessários à execução do tabuleiro, incluindo passagens de serviço, desvios provisórios, trabalhos de montagem e desmontagem, eventual sinalização provisória e estruturas de protecção	m³	430,300
	<b>9.1.6</b>	<b>ATERROS JUNTO A ESTRUTURAS OU ELEMENTOS ESTRUTURAIS</b>		
Geral	9.1.6.1 [1]	Execução de aterro em fundações , incluindo o fornecimento dos materiais, eventual escavação em empréstimo, transporte, espalhamento e compactação	m³	120,000
Geral	9.1.6.1 [2]	Execução de aterro em encontros [tipo perdido ou cofre] , incluindo o fornecimento dos materiais, eventual escavação em empréstimo, transporte, espalhamento e compactação	m³	487,000
	<b>9.1.7</b>	<b>DIVERSOS</b>		
	<b>9.1.7.1</b>	<b>DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS DO TABULEIRO</b>		
Geral	9.1.7.1.1	Fornecimento e aplicação de caixas de recepção, incluindo grelha e aro em sistema de drenagem de águas pluviais do tabuleiro	un	6,00
Geral	9.1.7.1.3	Fornecimento e aplicação de tubos de descarga de PVC, em sistema de drenagem de águas pluviais do tabuleiro	m	44,0
Geral	9.1.7.5	Fornecimento e colocação de placas deaglomerado negro de cortiça		


	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	MAPA DE QUANTIDADES DE TRABALHOS

		Descrição	Un.	Qtd.
Bloco	Código			
Geral	9.1.7.5.1 [1]	<i>com 0.020 m de espessura</i>	m <sup>2</sup>	37,00
Geral	9.1.7.10	Fornecimento e colocação de guarda-corpos	m	17,0
Geral	9.1.7.16	Execução de cortina drenante com geossintéticos no tardo de montantes e/ou muros de ala, incluindo colector ou caleira de fundo	m <sup>2</sup>	408,00
Geral	9.1.7.18	Caleiras de secção semi-circular com 0.30 m de diâmetro no tardo de muros de ala, revestidas a betão, para drenagem de águas pluviais	m	58,0
Geral	9.1.7.23	Impermeabilização de elementos enterrados, com emulsão betuminosa do tipo ECR1, catiónica, de rotura rápida	m <sup>2</sup>	842,00
	<b>9.1.8</b>	<b>OUTROS TRABALHOS</b>		
Geral	9.1.8.1	<i>Rede de Terras</i>	vg	1,00

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	MAPA DE QUANTIDADES DE TRABALHOS


## INSTALAÇÕES, EQUIPAMENTOS E SISTEMAS DE ÁGUAS E ESGOTOS


Bloco	Código	Descrição	Un.	Qtd.
	<b>CAP.2</b>	<b>DRENAGEM</b>		
	<b>2.2</b>	<b>PASSAGENS HIDRÁULICAS</b>		
	<b>2.2.1</b>	<b>DE BETÃO</b>		
Geral	2.2.1.1 [1]	Execução de passagens hidráulicas de secção circular, em betão, com tubagens da classe III , assentamento do tipo B , simples com diâmetro 1.00 m , incluindo todos os trabalhos necesários à sua implantação, nomeadamente, a escavação em terreno de qualquer natureza, a remoção, reposição e compactação, condução a aterro licenciado dos produtos sobranes, e eventuais indemnizações por depósito	m	7,8
Geral	2.2.1.1 [2]	Execução de passagens hidráulicas de secção circular, em betão, com tubagens da classe III , assentamento do tipo B , simples com diâmetro 0.80 m , incluindo todos os trabalhos necesários à sua implantação, nomeadamente, a escavação em terreno de qualquer natureza, a remoção, reposição e compactação, condução a aterro licenciado dos produtos sobranes, e eventuais indemnizações por depósito	m	11,5
Geral	2.2.1.1 [3]	Execução de passagens hidráulicas de secção circular, em betão, com tubagens da classe II , assentamento do tipo B , simples com diâmetro 1.20 m , incluindo todos os trabalhos necesários à sua implantação, nomeadamente, a escavação em terreno de qualquer natureza, a remoção, reposição e compactação, condução a aterro licenciado dos produtos sobranes, e eventuais indemnizações por depósito	m	8,0
	<b>2.3</b>	<b>BOCAS DE PASSAGENS HIDRÁULICAS</b>		
	<b>2.3.1</b>	<b>NA BASE DE ATERRO</b>		
Geral	2.3.1.1	Execução de bocas em passagens hidráulicas em betão, na base de aterro, de secção circular ou outra, incluindo todos os trabalhos necesários, e ainda, para a sua implantação, a escavação em terreno de qualquer natureza, a remoção, reposição e compactação, condução a aterro licenciado dos produtos sobranes, e eventuais indemnizações por depósito		
Geral	2.3.1.1.1 [1]	<i>simples para diâmetros inferiores ou iguais a 0.60 m</i>	un	2,00
Geral	2.3.1.1.1 [2]	<i>simples para diâmetros superior a 0.60 m e inferior ou igual a 1.00 m</i>	un	6,00
Geral	2.3.1.1.1 [3]	<i>simples para diâmetros superiores a 1.00 m e inferiores ou iguais a 1.50 m</i>	un	2,00
	<b>2.3.3</b>	<b>EM ESCAVAÇÃO OU RECIPIENTE</b>		
Geral	2.3.3.1	Execução de bocas de passagens hidráulicas em escavação ou recipiente, de secção circular ou outra, incluindo todos os trabalhos necesários, e ainda, para a sua implantação, a escavação em terreno de qualquer natureza, a remoção, reposição e compactação, condução a aterro licenciado dos produtos sobranes, e eventuais indemnizações por depósito		
Geral	2.3.3.1.1 [1]	<i>bocas com altura inferior ou igual 2.50 m , simples para diâmetros ou altura inferior ou igual a 0.60 m</i>	un	1,00

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	MAPA DE QUANTIDADES DE TRABALHOS

Bloco	Código	Descrição	Un.	Qtd.
	<b>2.4</b>	<b>ÓRGÃOS DE DRENAGEM LONGITUDINAL</b>		
	<b>2.4.2</b>	<b>COLECTORES</b>		
Geral	2.4.2.1	Execução de colectores, longitudinais e de evacuação lateral, incluindo todos os trabalhos necessários, e ainda, para a sua implantação, a escavação em terreno de qualquer natureza, a remoção, reposição e compactação, condução a aterro licenciado dos produtos sobranes, e eventuais indemnizações por depósito		
Geral	2.4.2.1.1 [1]	com 0.40 m de diâmetro	m	159,0
Geral	2.4.3	Execução de valetas de plataforma [laterais], incluindo todos os trabalhos necessários, e ainda, para a sua implantação, a escavação em terreno de qualquer natureza, a remoção, reposição e compactação, condução a aterro licenciado dos produtos sobranes, e eventuais indemnizações por depósito		
Geral	2.4.3.1 [1]	não revestidas de secção triangular	m	3.016,0
Geral	2.4.3.1 [2]	revestidas a betão de secção triangular com abertura superior a 1.20 m	m	719,0
Geral	2.4.8	Execução de valas de pé de talude, incluindo todos os trabalhos necessários, e ainda, para a sua implantação, a escavação em terreno de qualquer natureza, a remoção, reposição e compactação, condução a aterro licenciado dos produtos sobranes, e eventuais indemnizações por depósito		
Geral	2.4.8.1 [1]	não revestidas de seção igual à valeta de plataforma	m	88,0
Geral	2.4.8.1 [2]	não revestida de seção triangular conforme desenho de pormenor	m	32,0
	<b>2.5</b>	<b>ÓRGÃOS COMPLEMENTARES DE DRENAGEM</b>		
Geral	2.5.5	Execução de caixas de recepção, ligação ou derivação, incluindo todos os trabalhos necessários, e ainda, para a sua implantação, a escavação em terreno de qualquer natureza, a remoção, reposição e compactação, condução a aterro licenciado dos produtos sobranes, e eventuais indemnizações por depósito		
Geral	2.5.5.1 [1]	caixas em valetas de plataforma para ligação às descidas de talude	un	7,00
Geral	2.5.5.1 [2]	caixas em valetas de banquetas de crista e de descidas de talude	un	10,00
Geral	2.5.8	Execução de descidas de talude, em aterros ou escavações revestidas com betão, incluindo todos os trabalhos necessários, e ainda, para a sua implantação, a escavação em terreno de qualquer natureza, a remoção, reposição e compactação, condução a aterro licenciado dos produtos sobranes, e eventuais indemnizações por depósito		
Geral	2.5.8.1 [1]	de secção semi-circular com 0.40 m de diâmetro	m	38,0
	<b>2.6</b>	<b>TRABALHOS ACESSÓRIOS DO SISTEMA DE DRENAGEM</b>		
Geral	2.6.2	Execução de passagens hidráulicas em caminhos paralelos galgáveis, incluindo todos os trabalhos necessários, e ainda, para a sua implantação, a escavação em terreno de qualquer natureza, a remoção, reposição e compactação, condução a aterro licenciado dos produtos sobranes, e eventuais indemnizações por depósito	un	40,00
Geral	2.6.3	Execução de passagens hidráulicas para continuidade de valetas sob serventias com manilhas de diâmetro igual a 0.30 m e revestimento superior de betão, incluindo todos os trabalhos necessários, e ainda, para a sua implantação, a escavação em terreno de qualquer natureza, a remoção, reposição e compactação, condução a aterro licenciado dos produtos sobranes, e eventuais indemnizações por depósito	m	46,0
Geral	2.6.4	Revestimento de valas de grande secção [02.1.1] em enrocamento argamassado, incluindo todos os trabalhos necessários	m²	51,00



	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	MAPA DE QUANTIDADES DE TRABALHOS

	LNEC OBRA FERROVIAS
Via-férrea	MAPA DE QUANTIDADES DE TRABALHOS